COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUINZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1892.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1892

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉQUILIBRE D'ÉLASTICITÉ. — *Des perturbations locales que produit au-dessous d'elle une forte charge, répartie uniformément le long d'une droite normale aux deux bords, à la surface supérieure d'une poutre rectangulaire : vérifications expérimentales.* Note de M. J. Boussinesq.

« I. Admettons, sauf vérification ultérieure [1], que T_y, N_z, en particulier, soient assez petits, déjà, sur la base supérieure (censée libre) $\eta = h$, pour que cette solution du problème du mode correctif d'équilibre, trouvée en supposant h infini, puisse être regardée comme approximative. Il ne restera plus alors *qu'à la corriger elle-même,* en ajoutant un troisième mode d'équilibre, où la base inférieure serait libre, mais où la base supérieure éprouverait des pressions égales et contraires à celles que donne

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1510 du Tome CXIV.

sur cette surface la solution provisoire ainsi adoptée pour le problème du *mode correctif*. On formera encore, de ce troisième mode, par l'emploi approprié des mêmes formules (7), (8), une solution approximative, où il sera tenu exactement compte des conditions relatives à la base supérieure, mais non de l'état de liberté de la base inférieure; et un quatrième mode, destiné, par sa superposition avec le précédent, à rétablir cet état de liberté, viendra corriger ensuite l'imperfection de la solution partielle précédente. En continuant de même, la solution définitive se présentera sous la forme de séries indéfinies, dont les termes, malheureusement de plus en plus complexes, seront ce que donneront, traités par les formules (7) et (8), les divers modes d'équilibre ainsi imaginés successivement.

» II. Évaluons pour les deux pressions principales normales aux y, en un point quelconque du plan médian des yz, le second terme des séries, celui qu'introduit le mode d'équilibre produit par les deux pressions $\frac{1}{2}$P exercées de bas en haut le long des droites $\xi = \pm k$ de la base inférieure, et par l'ensemble des pressions ou tractions élémentaires (10) appliquées à cette base. Vu la symétrie d'un tel système d'actions par rapport au plan médian, les forces principales cherchées seront les deux tractions, respectivement horizontale et verticale, N_x, N_z; et, si nous appelons η l'altitude $h - z$ du point considéré, au-dessus de la base inférieure, de manière à avoir simplement $x = -\xi$, $z = \eta$ pour son abscisse et son ordonnée par rapport à l'origine prise sur une bande quelconque de cette base, il viendra

$$(11)\quad N_x = \frac{2P}{\pi}\left[-\frac{k^2\eta}{(k^2+\eta^2)^2} + \frac{2h^2}{\pi}(h\eta J + K)\right], \qquad N_z = \frac{2P}{\pi}\left[-\frac{\eta^3}{(k^2+\eta^2)^2} + \frac{2h^2\eta^2}{\pi}(h\eta I + J)\right],$$

où I, J, K désignent, pour abréger, les trois intégrales

$$(12)\qquad (I, J, K) = \int_{-\infty} \frac{(1, \xi^2, \xi^4)\, d\xi}{(h^2+\xi^2)^2(\eta^2+\xi^2)^2}.$$

On évalue aisément celles-ci, en cherchant d'abord, par le procédé ordinaire de la décomposition en fractions simples, les trois intégrales indéfinies

$$(13)\quad \int \frac{d\xi}{(h^2+\xi^2)(\eta^2+\xi^2)}, \quad \int \frac{\xi^2\, d\xi}{(h^2+\xi^2)(\eta^2+\xi^2)}, \quad \int \left[\frac{\xi^4}{(h^2+\xi^2)(\eta^2+\xi^2)} - 1\right] d\xi,$$

que l'on trouve avoir respectivement, à une constante près, les expres-

sions suivantes, vérifiables de suite par la différentiation,

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{h^2-\eta^2}\left(\frac{1}{\eta}\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{\eta}-\frac{1}{h}\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{h}\right),\ \frac{1}{h^2-\eta^2}\left(h\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{h}-\eta\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{\eta}\right),\\ &-\frac{h^2+\eta^2}{h^2-\eta^2}\left(h\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{h}-\eta\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{\eta}\right)-\frac{h^2\eta^2}{h^2-\eta^2}\left(\frac{1}{\eta}\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{\eta}-\frac{1}{h}\operatorname{arc\,tang}\frac{\xi}{h}\right). \end{aligned}\right.$$

Puis on prend les trois mêmes intégrales (13) entre les limites $\pm\infty$; ce qui les réduit à

$$(15)\qquad \frac{\pi}{h\eta(h+\eta)},\quad \frac{\pi}{h+\eta},\quad -\pi\left(h+\eta-\frac{h\eta}{h+\eta}\right).$$

» Enfin, deux différentiations, par rapport à h et à η, de ces intégrales définies, donnent, après division par $4h\eta$, les valeurs cherchées

$$(16)\qquad (\mathrm{I},\mathrm{J},\mathrm{K})=\frac{\pi}{4h\eta}\,\frac{d^2}{dh\,d\eta}\left[\frac{1}{h\eta(h+\eta)},\ \frac{1}{h+\eta},\ \frac{h\eta}{h+\eta}\right],$$

ou bien, tous calculs faits,

$$(17)\quad \mathrm{I}=\frac{\pi}{2h^2\eta^2(h+\eta)}\left[\frac{1}{h\eta}+\frac{1}{(h+\eta)^2}\right],\quad \mathrm{J}=\frac{\pi}{2h\eta(h+\eta)^3},\quad \mathrm{K}=\frac{\pi}{2(h+\eta)^3}.$$

» Les premières valeurs approchées (11) des *tractions* principales N_x, N_z, sous la droite d'application de la charge donnée P, seront donc, *dans le mode correctif d'équilibre*,

$$(18)\quad \mathrm{N}_x=\frac{2\mathrm{P}}{\pi}\left[-\frac{k^2\eta}{(k^2+\eta^2)^2}+\frac{2h^2}{(h+\eta)^3}\right],\quad \mathrm{N}_z=\frac{2\mathrm{P}}{\pi}\left[-\frac{\eta^3}{(k^2+\eta^2)^2}+\frac{1}{h+\eta}+\frac{2h\eta}{(h+\eta)^3}\right].$$

» Aux très grandes distances η de la base inférieure, elles deviennent des deux ordres de petitesse, respectifs, de $\frac{1}{\eta^3}$ et de $\frac{1}{\eta^2}$; mais elles sont seulement de l'ordre de $\frac{1}{h}$ sur la base supérieure $\eta=h$, avec des termes, il est vrai, de signes contraires et, d'ailleurs, plus petits, en valeur absolue, que la première expression approchée, $-\frac{2\mathrm{P}}{\pi h}$, de N_z d'après (7), au croisement du plan médian $x=0$ avec celui, $z=h$, de la base inférieure. Donc les séries indiquées pour exprimer N_x, N_z sous la charge ont leurs seconds termes, (18), comparables aux premiers, quoique, en général, moindres ; et leur convergence, tout en paraissant bien réelle, est assez peu rapide pour que leur emploi exigeât encore tout au moins le calcul des troisièmes termes, dont la complication semble déjà devoir être extrême.

» III. En présence d'une pareille lenteur de convergence des séries, il

y a lieu de demander à quelque hypothèse simple et approximative une solution pratique du problème du mode d'équilibre correctif. Or on ne pourrait souhaiter, en ce genre, de solution meilleure que celle qu'a exposée Sir Georges Stokes dans des Lettres publiées (en extrait) à la fin du Mémoire de M. Carus Wilson. L'illustre et vénéré Correspondant de l'Académie, d'une activité scientifique toujours infatigable, y suppose les deux forces principales N_x, N_z, sous la droite Oy d'application de la pression normale P, variables *linéairement* avec la profondeur z, comme on le fait dans la théorie usuelle de la flexion. Alors la traction N_z, égale à zéro sur la base supérieure $z=0$, qui est libre dans le mode correctif, et à $\frac{2P}{\pi h}$, sur la base inférieure $z=h$, en vertu de l'expression (10) de $\mathfrak{P}$ spécifiée pour $\xi=0$, sera, aux points intermédiaires,

$$(19) \qquad N_z = \frac{2P}{\pi h}\frac{z}{h}.$$

» Quant à la traction horizontale N_x, de la forme $A+Bz$ (par hypothèse) sur tout le plan médian des yz, elle se déterminera par les deux conditions de l'équilibre de translation, suivant les x, et de rotation, autour de l'axe Oy, de toute la partie du prisme située du côté des x positifs. Les actions extérieures s'y réduisant, suivant le sens horizontal des x, d'une part, aux composantes tangentielles $\mathfrak{T}$ exercées sur la base inférieure, et dont le total est, d'après (10),

$$\frac{Ph^2}{\pi}\int_0^\infty \frac{2\xi\, d\xi}{(h^2+\xi^2)^2} = \frac{Ph^2}{\pi}\left(\frac{-1}{h^2+\xi^2}\right)_{\xi=0}^{\xi=\infty} = \frac{P}{\pi},$$

d'autre part, aux tractions, de sens inverse, $\int_0^h N_x\, dz = Ah + \frac{1}{2}Bh^2$, exercées à travers le plan médian, il vient, comme première équation entre les deux paramètres A et B,

$$(20) \qquad hA + \frac{h^2}{2}B = \frac{P}{\pi}.$$

» Passons à l'équilibre de rotation autour de Oy. Les actions exercées sur toute la surface inférieure, et dont on appelle $\mathfrak{T}$, $-\mathfrak{P}$ les composantes par élément d'aire, n'y interviennent pas, car elles paraissent émaner de l'axe des y. On égalera donc, simplement, le moment $\frac{1}{2}Pk$ de la pression $\frac{1}{2}P$ appliquée à la bande inférieure, sans largeur sensible, d'abscisse $\xi = k$, et le moment total, opposé, des tractions élémentaires $N_x\, dz$ s'exerçant ho-

rizontalement sur le plan médian, aux diverses profondeurs z sous Oy, qui sont leurs bras de levier. Il vient ainsi, comme seconde équation entre A et B, $\int_0^h z N_x dz = \frac{1}{2} P k$, ou bien, après substitution de $Az + Bz^2$ à zN_x et effectuation des calculs,

$$(21) \qquad \frac{h^2}{2} A + \frac{h^3}{3} B = \frac{1}{2} P k.$$

» La résolution du système (20), (21) donne pour A et B les valeurs respectives $\frac{P}{h}\left(\frac{4}{\pi} - \frac{3k}{h}\right)$, $\frac{6P}{h^2}\left(\frac{k}{h} - \frac{1}{\pi}\right)$, et la traction horizontale N_x, dans le mode correctif d'équilibre, est, par suite,

$$(22) \qquad N_x = \frac{P}{h}\left[\left(\frac{4}{\pi} - \frac{3k}{h}\right) + 6\left(\frac{k}{h} - \frac{1}{\pi}\right)\frac{z}{h}\right].$$

» Joignons ces termes correctifs (22), (19), aux valeurs o, $-\frac{2P}{\pi z}$ de N_x et de N_z qu'on aurait pour une poutre de hauteur indéfinie; et il vient enfin, dans le cas considéré de la poutre de hauteur h reposant sur deux appuis distants de $2k$,

$$(23) \quad N_x = \frac{P}{h}\left[\left(\frac{4}{\pi} - \frac{3k}{h}\right) + 6\left(\frac{k}{h} - \frac{1}{\pi}\right)\frac{z}{h}\right], \qquad N_z = -\frac{2P}{\pi h}\left(\frac{h}{z} - \frac{z}{h}\right).$$

» La biréfringence temporaire que la charge P fait naître au-dessous d'elle, proportionnelle en chaque point à la déformation élastique correspondante ou à la composante tangentielle maxima $\frac{1}{2}(N_x - N_z)$ de pression, sera donc mesurée par

$$(24) \qquad \frac{1}{2}(N_x - N_z) = \left(3\pi\frac{k}{h} - 4\right)\frac{P}{\pi z}\left(\frac{1}{3\pi\frac{k}{h} - 4} - \frac{1}{2}\frac{z}{h} + \frac{z^2}{h^2}\right).$$

» Il importe surtout, comme a fait Sir Georges Stokes, de déduire de cette formule la situation des points, dits *neutres*, où l'isotropie se conserve dans le plan des zx et où, par conséquent, la biréfringence est nulle, parce qu'ils se prêtent à des observations optiques très précises. L'annulation du dernier facteur entre parenthèses, dans (24), suivie de la résolution de l'équation du second degré ainsi obtenue, a donné à Sir Georges Stokes, pour déterminer la profondeur z de ces points, la formule à

double signe

(25) $$\frac{z}{h} = \frac{1}{4} \pm \sqrt{\frac{1}{16} - \frac{1}{3\pi\frac{k}{h} - 4}},$$

avec la condition de réalité des deux racines

(26) $$\frac{k}{h} > \frac{20}{3\pi} \quad \text{ou} \quad \frac{2k}{h} > 4,244.$$

» Ainsi, *il y aura deux points neutres*, définis en position par (25), *toutes les fois que l'écart* $2k$ *des deux appuis excédera quatre fois et un quart environ la hauteur* h *de la poutre*.

» IV. Pour rendre applicable à des prismes (de grande longueur relative) libres sur leurs deux faces verticales, les résultats établis précédemment pour des prismes de hauteur indéfinie ou finie, posés soit sur un sol horizontal ou sur un cadre, soit sur deux appuis, il nous reste à superposer encore aux modes d'équilibre étudiés un dernier mode correctif. Nous n'avons, en effet, considéré jusqu'ici que des déformations planes, où les deux faces verticales du prisme étaient censées maintenues dans leurs plans primitifs d'état naturel, au moyen d'actions normales N_y appropriées, comme, par exemple, dans les cas les plus simples, celles qu'expriment les formules (9). Il faut donc supposer qu'on ajoute enfin sur les faces verticales, pour les rendre libres, des tractions égales et contraires à celles-là N_y.

» Or ces tractions extérieures se feront évidemment équilibre sur le solide élastique, même en ne considérant que la moitié de prisme située du côté des x positifs. Par suite, si l'on continue à admettre, comme au numéro précédent, la linéarité en z des deux forces principales N_x, N_z sous l'axe des y, dans les modes d'équilibre correctifs, l'on aura, dans le nouveau, non seulement $N_z = 0$ entre les deux bases comme sur chacune d'elles, mais aussi $N_x = 0$, les deux équations d'équilibre de translation, suivant les x, et de rotation, autour de Oy, s'y réduisant à $\int^h (1, z)\, N_x dz = 0$.

» Donc, *au degré d'approximation où l'on peut, dans les modes d'équilibre correctifs et sous la charge* P, *supposer linéaires en fonction de la profondeur* z *les deux forces principales* N_x, N_z, *les formules de celles-ci n'éprouvent aucun changement quand on passe du problème idéal de déformations planes aux problèmes réels de barres à faces verticales libres*. En particulier, la biré-

fringence, au-dessous de la charge P, sera proportionnelle à $\frac{P}{z}$, dans un prisme posé sur un cadre, et s'annulera aux deux points définis par (25) dans un prisme reposant sur deux appuis, pourvu que leur écart $2k$ satisfasse à l'inégalité (26). Or, les expériences de M. Carus Wilson confirment d'une manière très satisfaisante, c'est-à-dire dans toute la mesure de leur précision, ces divers résultats théoriques, dont les deux derniers (25) et (26), dus à M. Stokes, n'ont été cependant établis que bien après les observations. »

PALÉONTOLOGIE. — *Similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un travail que j'ai composé à la suite de mon excursion dans l'Amérique du Nord. Il est intitulé : *Similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent.*

» Lorsque les paléontologistes ont commencé leurs études sur l'évolution des êtres fossiles, on a cru que ces études avaient seulement un intérêt philosophique; on ne soupçonnait pas qu'elles pourraient un jour rendre des services au point de vue pratique pour la détermination des couches du globe. Les géologues avaient remarqué que, dans les pays bien explorés, chaque terrain a des espèces qui lui sont propres. Ils avaient dressé des listes de ces espèces dites *caractéristiques,* sans savoir pourquoi on les trouvait dans une assise plutôt que dans une autre. Quand nous avions à déterminer une couche encore inconnue, nous regardions si ses fossiles ressemblaient aux *espèces caractéristiques* de telle ou telle époque, et, lorsque nous constations une identité, nous fixions son âge. Mais la mutabilité de la nature est si grande qu'aussitôt que nous passons d'un moment géologique à un autre moment, ou bien d'un pays à un autre, nous découvrons des espèces un peu différentes; les longues listes d'*espèces caractéristiques* que nous avons péniblement apprises nous sont donc parfois d'un faible secours.

» Aujourd'hui plusieurs d'entre nous se demandent si les espèces fossiles ont été des entités immuables, distinctes, ou bien si ce n'étaient pas simplement des nuances légères de types qui poursuivaient leur marche évolutive à travers les âges. L'histoire du monde paraît n'être que l'histoire d'un développement; ce développement aurait été soumis à des lois géné-

rales; chacune de ses principales phases marquerait une époque géologique.

» S'il en est ainsi, nous devons, d'après le stade d'évolution des êtres enfouis dans le sol, déterminer leur époque relative et, par conséquent, celle du terrain qui les renferme.

» Par exemple, nous avons appris que le monde animal a subi un progrès; il y a eu d'abord le règne des Invertébrés, puis le règne des Vertébrés imparfaitement ossifiés, où la colonne vertébrale était encore à l'état de notocorde, puis le règne des Vertébrés à sang froid dont la notocorde est bien ossifiée, puis le règne des Vertébrés à sang chaud qui sont les bêtes les plus parfaites; si donc nous découvrons des fossiles qui marquent telle ou telle de ces étapes de la vie animale, nous dirons qu'ils sont de telle ou telle grande époque géologique.

» Il est permis de supposer que l'allantoïde des Mammifères s'est développée peu à peu, car la plupart de ceux de ces animaux qui ont été recueillis dans le secondaire ont les caractères des Marsupiaux; dans la première moitié du tertiaire, il en y a encore plusieurs qui présentent quelques particularités des Marsupiaux, et, à partir de l'époque miocène, nos pays n'ont plus que des Mammifères à caractères de placentaires. Cela nous fournit les moyens de marquer quelques importantes divisions géologiques.

» Comme l'allantoïde, le cerveau des Mammifères paraît avoir progressé peu à peu; d'abord les hémisphères cérébraux étaient simples et petits, les lobes optiques grands et découverts, le cervelet et la moelle allongée très développés comparativement aux hémisphères; plus tard les hémisphères ont grandi et se sont compliqués, les lobes optiques amoindris se sont cachés sous les hémisphères, le cervelet et la moelle allongée sont devenus relativement étroits. On peut croire que, selon les stades de ces évolutions, les fossiles indiquent un âge géologique plus ou moins avancé.

» Il semble que la différenciation des Mammifères s'est accentuée au fur et à mesure que le monde vieillissait. Les Ongulés avaient d'abord des membres lourds avec cinq doigts courts disposés pour ne pas enfoncer dans les marais; peu à peu, chez la plupart d'entre eux, les membres se sont allongés, effilés, les doigts ont été réduits soit à deux, comme dans les Ruminants, soit à un seul, comme dans nos Chevaux, où la faculté de locomotion atteint le maximum de perfectionnement. Si l'on donne à un paléontologiste des os des membres d'Ongulés fossiles, il regarde s'ils sont plus ou moins simplifiés et il en conclut qu'ils proviennent d'un terrain plus ou moins récent.

» Les dents des Ongulés ont eu une marche contraire ; les molaires étaient simples d'abord ; les arrière-molaires, puis les prémolaires se sont compliquées, et, à partir des temps quaternaires, les molaires ont eu leur maximum de développement. Le plus ou moins de complication de ces dents nous apprend si un Ongulé fossile, et par conséquent le terrain d'où il a été tiré, est moins ancien ou plus ancien.

» Il m'a semblé intéressant de rechercher si ces faits et bien d'autres qu'on pourrait citer ont été locaux ou ont été généralisés. L'Amérique fournit un précieux champ pour les comparaisons par suite des admirables travaux de Hall, Meek, Whitfield, White, Leidy, Newberry, Marsh, Cope, Osborn, Scott et de plusieurs autres paléontologistes. Les Montagnes Rocheuses sont bien loin de nos pays et les conditions de milieu y ont été différentes, car, à en juger par les travaux faits jusqu'à ce jour, elles représentent des territoires qui ont été moins révolutionnés que celui de la France ; la vie des animaux terrestres s'y est continuée longtemps sans interruption. Pourtant, en dépit des distances et des différences dans les conditions de milieu, la marche générale de l'évolution a été sensiblement pareille. Il nous semble que les mêmes époques géologiques représentent les mêmes stades de développement.

» Si ces idées se confirment, la connaissance des états d'évolution des êtres fossiles deviendra très utile aux géologues. Les études même qui paraissent les plus spéculatives peuvent avoir un grand intérêt pratique. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la chute des corps et sur la résistance de l'air à leur mouvement ; expériences exécutées à la tour Eiffel ;* par MM. **L. Cailletet** et **E. Colardeau.**

« Un très petit nombre d'expériences ont été faites jusqu'ici sur la chute libre des corps en tenant compte de la résistance que l'air oppose à leur mouvement. Cependant, en dehors de l'intérêt scientifique qu'elle présente, l'étude de cette question permettrait de résoudre un grand nombre de difficultés qui se rencontrent à chaque instant dans diverses applications pratiques, résistance de l'air aux trains de chemins de fer et aux navires en marche, direction des ballons, questions relatives à l'aviation, influence du vent sur les constructions, emploi du vent comme moteur, etc.

» Jusqu'ici les expériences faites sur ce sujet ont été exécutées surtout

en imprimant aux corps un mouvement de rotation obtenu à l'aide d'une sorte de manège.

» D'après les auteurs eux-mêmes, les méthodes employées ne donnent que des résultats incomplets, à cause de l'entraînement de l'air, de la force centrifuge, etc.; de plus, la vitesse qu'on peut atteindre ainsi est fort limitée.

» Nous avons pensé que la tour Eiffel offrait des conditions particulièrement avantageuses pour étudier plus complètement cette intéressante question et pour aborder directement l'étude du mouvement rectiligne. Nous avons été encouragés dans cette voie par les bienveillants conseils de notre éminent confrère M. Marey. Grâce à la bienveillance de M. Eiffel, si connu de tous les savants, nous avons pu réaliser nos expériences dans des conditions exceptionnellement favorables; nous saisissons avec empressement l'occasion de lui témoigner notre reconnaissance pour la construction et l'organisation d'un laboratoire situé à la seconde plate-forme de la tour, à une altitude de 120^{m} au-dessus du sol, et dans lequel sont installés nos appareils d'expériences et de mesures. Plusieurs de ces appareils, qui appartiennent au laboratoire de l'École Normale supérieure, ont été obligeamment mis à notre disposition par M. Violle.

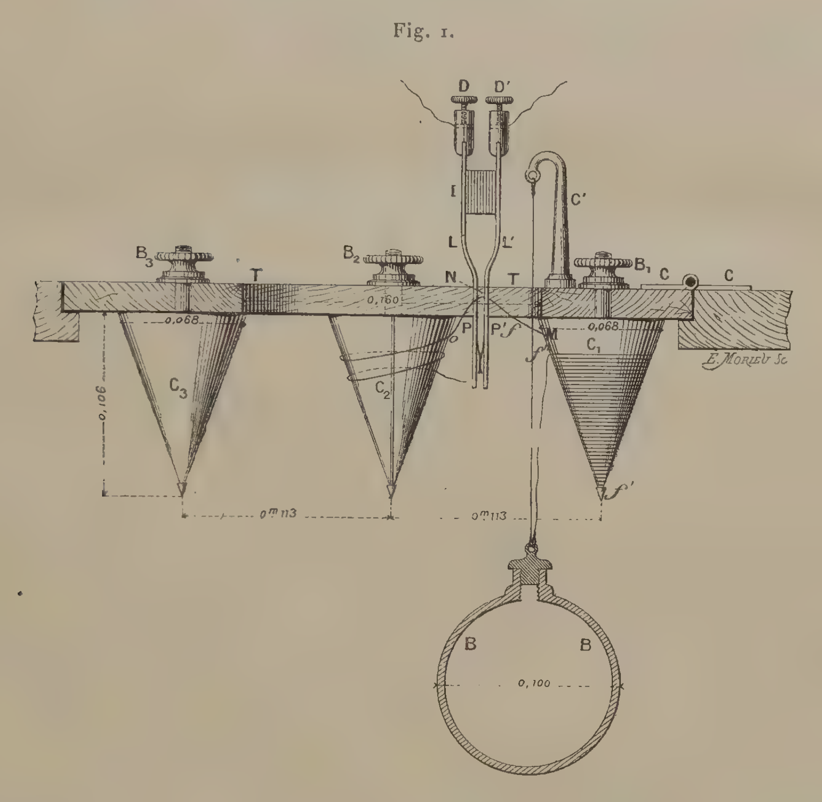
» Pour déterminer la loi du mouvement d'un corps tombant dans l'air, il faut connaître, à chaque instant, la position du mobile dans l'espace.

» Pour y arriver, nous avons fixé ce mobile à l'extrémité d'un fil très fin et très léger qui le suit dans son mouvement et ne lui oppose qu'une très faible résistance. Ce fil est divisé en sections de 20^{m}. Chacune d'elles est enroulée sur un cône de bois C_1, C_2, C_3 (*fig.* 1) fixé verticalement et la pointe tournée en bas; on conçoit que le fil, entraîné verticalement par la chute du mobile, le suit avec la plus grande facilité ; à cause de leur forme conique, ces bobines, bien qu'immobiles, permettent au fil de se dérouler pour ainsi dire sans frottement. Nous avons du reste évalué par une mesure directe, comme on le verra plus loin, le retard qui pourrait provenir d'une résistance au déroulement du fil. Lorsque chacune de ces sections de 20^{m} est déroulée, un contact électrique fait agir le style d'un enregistreur sur lequel un appareil de mesure du temps (diapason électrique) indique cet instant, avec une approximation atteignant facilement le centième de seconde. On mesure donc ainsi au bout de combien de temps le mobile a parcouru des espaces de 20^{m}, 40^{m}, 60^{m}.

» Ce contact électrique est disposé de la manière suivante : en passant d'un cône C_1 au suivant C_2, le fil est engagé suivant MNO (*fig.* 1) dans l'intervalle libre que laissent entre elles deux lames métalliques L, L

isolées en I par un morceau d'ébonite et dont les extrémités se touchent par l'intermédiaire de contacts en platine, P, P′. Cette sorte de pince est traversée par un courant électrique qui va animer le style de l'enregistreur et qui est interrompu lorsque les deux branches s'écartent.

Fig. 1.



» Quand le cône C_1 est déroulé, le fil fixé au mobile écarte un instant les branches de la pince et ouvre le courant qui se rétablit aussitôt : c'est alors que la plume de l'enregistreur laisse une trace sur le cylindre tournant; puis le cône C_2 se déroule à son tour, la seconde pince s'ouvre après un nouveau parcours de 20^{m}, et ainsi de suite. Les lames L et L′ qui constituent chaque pince étant très souples, la résistance qu'elles opposent à l'écartement par le passage du fil est extrêmement faible. Dans les essais faits pour évaluer cette résistance, un poids de 2^{gr}, tombant de 10^{cm} de hauteur, a suffi pour écarter ces lames. Un calcul très simple permet de voir que cet effort ne ralentirait un mobile du poids de 1^{kg} au bout d'une chute de 20^{m} que de moins de $0^{mm},2$ par seconde, soit un retard infé-

rieur à $\frac{1}{100000}$. Pour évaluer la double résistance pouvant provenir soit du déroulement du fil, soit de son frottement dans l'air, nous avons employé plusieurs méthodes.

» 1° Nous avons laissé tomber une sorte de flèche cylindrique de bois, lestée à sa partie inférieure par une masse métallique terminée en pointe très effilée. Cette flèche, à cause de sa faible section et de sa forme très allongée, ne doit éprouver par elle-même qu'une très faible résistance de la part de l'air. Elle doit, par suite, prendre un mouvement de chute très voisin de celui qu'elle aurait dans le vide. Cette dernière conclusion s'applique encore si les résistances passives dues au fil entraîné sont négligeables. Or, dans plusieurs expériences très concordantes, nous avons trouvé que la durée totale de la chute de cette flèche ne diffère de celle de la chute théorique dans le vide que des $\frac{20}{1000}$ de sa valeur.

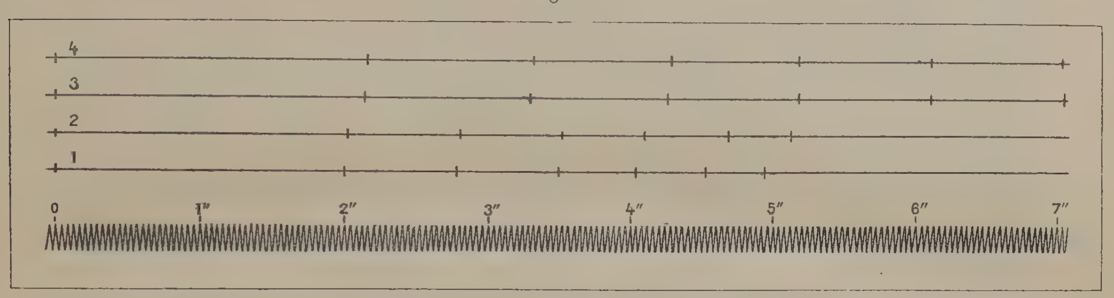
» 2° Un second moyen de vérification que nous avons employé consiste à laisser tomber le mobile entièrement libre et non attaché au fil. L'instant de son départ est enregistré par la plume électrique dont le circuit est interrompu par la chute même du corps au moment où il se met en mouvement. En arrivant au sol, ce mobile vient frapper un panneau de bois soutenu par des ressorts et que traverse un courant qui anime l'enregistreur. Au moment du choc, le panneau cède, et le courant est interrompu, de sorte que l'instant précis de l'arrivée est enregistré, ainsi que celui du départ. En comparant la durée totale de la chute libre à celle que donne le même mobile attaché au fil et faisant fonctionner les pinces, la différence de ces durées représente la somme des retards que subit ce mobile de la part des résistances passives dues à l'appareil même. Dans deux expériences faites avec un cylindre de cuivre du poids de 2080^{gr}, nous avons trouvé que la différence des durées de chute de ce cylindre, lorsqu'il est attaché au fil et lorsqu'il est entièrement libre, ne dépasse pas $0^s,04$, sur une durée totale de chute de cinq secondes, soit un retard inférieur à $\frac{1}{100}$ dû à l'entraînement du fil.

» Les expériences que nous avons faites jusqu'ici ont eu surtout pour but de vérifier la précision de nos appareils, la sûreté de leur fonctionnement et la valeur pratique de la méthode.

» Nous avons vérifié que la résistance opposée par l'air à des plans d'égales surfaces, se mouvant dans une direction normale à ces plans, ne dépend pas de leur forme. Nous avons employé des surfaces circulaires, carrées, triangulaires équilatérales, et nous avons trouvé des durées de

chute qui ne diffèrent que de quantités insignifiantes, comme on peut le vérifier sur la *fig.* 2, tracés 3 et 4. Cette figure est la réduction au $\frac{1}{4}$ des graphiques obtenus au moyen de nos appareils.

Fig. 2.



N° 1. — Tracé théorique de la chute d'un corps tombant librement dans le vide.

N° 2. — Tracé expérimental de la chute d'une longue flèche en bois lestée par une masse métallique terminée en pointe.

N° 3. — Chute d'un plan carré de $0^{mq},0225$ lesté par un poids de 800^{gr}.

N° 4. — Chute d'un plan triangulaire de même surface que le précédent et lesté par le même poids.

» Afin de laisser le dessin plus net, malgré la réduction d'échelle, on a tracé la courbe du diapason en supposant qu'il n'exécute que 25 vibrations par seconde. Ces résultats confirment nettement les faits déjà connus. Nous avons réservé pour des études plus complètes l'examen des surfaces rectangulaires dont les deux dimensions sont très différentes l'une de l'autre.

» Nous avons cherché également à vérifier si la résistance qu'éprouve un plan en mouvement dans l'air est proportionnelle à sa surface. Nous avons employé, dans une de nos expériences, deux plans carrés dont les surfaces sont entre elles comme 1 est à 2, et nous les avons lestés avec des poids qui étaient dans le même rapport. Les durées de chute, corrigées des retards dus à la résistance opposée par l'air au contrepoids servant de lest, sont de $6^s,92$ et $6^s,96$; ces nombres étant sensiblement identiques, on voit qu'il y a lieu d'admettre la proportionnalité.

» Dans ces expériences, l'évaluation, en kilogrammes par mètre carré, de la résistance opposée par l'air à une surface en mouvement, pour une vitesse donnée, est très simple; en effet, grâce à la vitesse croissante du mobile dans les premiers instants de la chute, la résistance que l'air lui oppose va en augmentant, de sorte qu'elle devient bientôt égale au poids du mobile lui-même.

» A partir de ce moment, le mouvement de chute devient uniforme, et la simple pesée du corps qui tombe et de son lest donne immédiatement en kilogrammes la valeur de la résistance de l'air, pour la vitesse correspondante. Dans toutes les expériences qui viennent d'être citées, nous avons réglé le lest des surfaces employées, de façon à obtenir ce mouvement uniforme au bout de 60^m à 100^m de chute.

» En faisant varier le lest pour une même surface, on peut obtenir des mouvements uniformes avec diverses vitesses et, par suite, étudier la variation de la résistance de l'air en fonction de la vitesse du mobile. On admet généralement que cette résistance est proportionnelle au carré de la vitesse, du moins pour des vitesses modérées; la formule exprimant ce résultat serait

$$T = KV^2,$$

P étant la pression de l'air en kilogrammes, par mètre carré, sur la surface du plan mobile, V la vitesse en mètres par seconde et K une constante. Si cette formule est exacte, la valeur de K tirée des observations correspondantes de P et de V doit toujours être la même pour des vitesses différentes. Nos expériences indiquent que le coefficient R doit augmenter avec la vitesse. Par suite, la résistance P de l'air augmenterait elle-même plus vite que le carré de la vitesse, et la formule précédente serait incomplète. Dans une prochaine Note, nous donnerons les résultats expérimentaux relatifs à la variation de ce coefficient; nous nous bornons aujourd'hui à donner la valeur 0,071 obtenue avec des plans animés d'une vitesse de 25^m environ par seconde.

» M. Langley a obtenu, pour des vitesses de $4^m,48$ à $11^m,20$ par seconde, des valeurs de R comprises entre 0,070 et 0,090. La comparaison de ces diverses valeurs de R avec celles de V n'indique pas de relation nette entre ces deux quantités, les variations de l'une n'étant pas toujours de même sens que celles de l'autre. On voit de plus que la valeur moyenne 0,080 de ce coefficient R, obtenue par M. Langley, est plus forte que celle qui correspond à nos expériences, malgré les plus faibles vitesses qu'il a réalisées. Cette différence s'explique facilement par le mouvement tangentiel au plan que donne à l'air, la force centrifuge dans le mouvement de la rotation d'un manège. On sait que la résistance normale qu'éprouve un plan qui se meut dans l'air est plus grande lorsque l'air possède un mouvement de glissement tangentiel que lorsqu'il est au repos. C'est pourquoi nous nous attendions à voir nos résultats souvent troublés par le vent;

aussi avons-nous cherché à opérer de préférence en air calme. Les résultats obtenus pour les mêmes mobiles dans des conditions atmosphériques un peu différentes, sont restés tout à fait comparables entre eux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la fonction de l'acide camphorique*. Note de M. A. **Haller**.

« Dans notre dernière Communication, nous avons montré que le sel de sodium du camphorate acide de méthyle (d'éthérification), agité en solution aqueuse concentrée avec du chlorure de benzoyle, d'après la méthode de MM. Schotten-Baumann, est susceptible de donner naissance à un produit huileux, dont la composition se rapproche de celle d'un éther méthylbenzoylcamphorique.

» En admettant même qu'un corps de cette composition se produise, on ne serait pas absolument autorisé à conclure qu'il est réellement constitué par un éther benzoïque, bien que les conditions de sa formation et de nombreuses analogies militent en faveur de cette manière de voir. On pourrait tout aussi bien l'envisager comme un éther anhydride mixte, de la forme

$$C^8H^{14}\begin{cases} CO^2CH^3 \\ CO.O.CO.C^6H^5. \end{cases}$$

» Dans l'espoir d'apporter un argument plus décisif en faveur de la formule de M. Friedel, nous avons essayé une autre réaction caractéristique des composés à fonction alcool ou phénol. On sait que le carbonile ou isocyanate de phényle se combine à ces corps, pour donner naissance à des phényluréthanes de la forme

$$R.OH + CO.Az.C^6H^5 = RO.CO.AzHC^6H^5.$$

» L'acide camphorique, ou mieux son éther monométhylique (d'éthérification), c'est-à-dire celui des deux dont la fonction alcool-acide est encore libre, devrait donc donner avec le phénylcarboimide une phényluréthane ayant pour formule

$$C^7H^{14}\begin{cases} \overset{\displaystyle COOCH^3}{|} \\ -CO-COAzHC^6H^5. \\ \underset{\displaystyle CO}{|} \end{cases}$$

» On a donc chauffé, en tube scellé, à une température ne dépassant pas 100°, une molécule de cet éther camphorique acide avec une molécule de phénylcarboimide. Au bout de peu de temps, la masse se solidifie et devient blanche. A l'ouverture des tubes, il se dégage des torrents d'acide carbonique. On traite la masse par de l'éther de pétrole, pour enlever l'excédent de carbonile, puis par un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Quand le produit a été suffisamment traité, il reste une poudre blanche, constituée par de la diphénylurée pure.

» Les liqueurs éthérées, soumises à l'évaporation lente, fournissent de fines aiguilles blanches et feutrées, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le toluène, insolubles dans l'eau et les alcalis.

» Ce composé fond à 78°-79° et possède le pouvoir rotatoire moléculaire

$$(\alpha)_D = + 49^\circ 20'.$$

» L'analyse conduit à des nombres correspondant à la formule $C^{22}H^{34}O^7$. Ce corps représente deux molécules de camphorate acide de méthyle moins une molécule d'eau

$$2C^{11}H^{18}O^4 - H^2O = C^{22}H^{34}O^7.$$

» On a d'ailleurs déterminé son poids moléculaire, dans l'acide acétique cristallisable, par la méthode cryoscopique de M. Raoult.

» Point de congélation de l'acide acétique 15°, 63.

» Constante admise 39.

» Poids moléculaire théorique 410.

	Concentrations.	Abaissements.	Poids moléculaires.
1°.............	0,878	0,09	380
2°.............	1,647	0,16	401
3°.............	3,191	0,31	401
4°.............	3,897	0,375	405
5°.............	4,858	0,475	399
6°.............	6,523	0,625	407
7°.............	9,315	0,88	412

» Dans les conditions où nous avons opéré, il ne s'est donc pas formé d'uréthane, et l'isocyanate de phényle a simplement agi comme déshydratant. La réaction peut se traduire par l'équation

$$2C^{11}H^{18}O^4 + 2CO{-}Az.C^6H^5 = C^{22}H^{34}O^7 + CO\left\langle\begin{matrix} AzH\,C^6H^5 \\ AzH\,C^6H^5 \end{matrix}\right. + CO^2.$$

» Rappelons que les succinate et phtalate acides de méthyle, chauffés dans les mêmes conditions avec de la phénylcarboimide, n'ont pas fourni d'anhydrides de ce genre et qu'ils ont donné respectivement de la succinimide et de la phtalimide [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1326.

» Cette différence d'action du carbonile nous aurait conduit à assimiler les phénomènes observés avec le camphorate acide de méthyle (d'éthérification) à ceux qui ont été étudiés par M. Echert Ulrich (1) sur le rhodinol, si nous n'avions pas soumis aux mêmes essais l'éther méthylcamphorique de saponification, c'est-à-dire auquel reviendrait la formule

$$C^7H^{14} \begin{cases} COOH \\ | \\ CO\,CH^3. \\ | \\ CO \end{cases}$$

» Ce composé, chauffé avec du carbonile, dans les mêmes conditions que son isomère, a donné naissance à un corps répondant également à la formule $C^{22}H^{34}O^7$, mais dont le point de fusion est situé à 62°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_0 = +81°,27$ diffère notablement de celui de son isomère.

» Cet anhydride cristallise dans l'éther de pétrole, en une masse radiée, et dans l'alcool en aiguilles réunies autour d'un centre commun. Il est soluble dans l'éther, la benzine, moins soluble dans l'éther de pétrole et insoluble dans les alcalis à froid.

» Sa formation est accompagnée de celle de diphénylurée et d'acide carbonique, en sorte que la réaction générale est identiquement la même que celle qu'on observe avec le camphorate acide de méthyle (d'éthérification).

» Cette identité de réaction ne permet guère de conclure à une différence de fonctions et d'admettre, dans l'un des cas, un groupement COH et dans l'autre un groupement carboxylique. Il reste cependant acquis qu'à l'égard du carbonile ces deux éthers isomères se comportent tout autrement que les éthers succinique et phtalique acides.

» Dans une prochaine Communication, nous signalerons une autre série de caractères différenciels de l'acide camphorique d'avec les acides que nous venons de citer. »

---

(1) M. Eckert Ulrich, en chauffant le rhodinol de l'essence de rose, $C^{10}H^{18}O$, avec du carbonile, a obtenu un éther $C^{20}H^{34}O$, de l'acide carbonique et de la diphénylurée symétrique. Or, le rhodinol ne renfermant qu'un atome d'oxygène et possédant d'ailleurs toutes les propriétés caractéristiques d'un alcool primaire, le composé $C^{20}H^{34}O$ ne peut être qu'un éther $\left.\begin{matrix} C^{10}H^{17} \\ C^{10}H^{17} \end{matrix}\right\} O$ semblable à l'éther ordinaire $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O$ (*Monit. scient.*, novembre 1891, p. 1148, d'après *Arch. für Pharm.*, t. CCXXIX, p. 355).

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelle Note pour servir à l'histoire des associations morbides; anthrax et paludisme;* par M. **Verneuil.**

« Les associations morbides, disais-je dans ma Communication du 21 mars dernier, n'ont pas encore d'histoire générale. J'aurais pu ajouter que cette histoire ne sera pas écrite de sitôt, car très vaste est son cadre et très insuffisants les faits nécessaires pour le remplir. Il faut donc se contenter, pour le moment, d'accumuler le plus d'observations possibles et se résigner à n'émettre que les conclusions tout à fait incontestables.

» Ainsi, jusqu'à ce jour, avons-nous fait mes disciples et moi; ainsi ai-je agi tout récemment ici même. Lorsque, après avoir étudié la coexistence des lésions rénales anciennes et de la rétention stercorale aiguë, j'ai démontré l'action funeste de cette dernière sur les premières et établi nettement, pour une certaine catégorie de faits, l'influence exercée sur la *propathie* ou état morbide antérieur par l'*épipathie,* terme nouveau que je propose pour désigner l'état morbide surajouté ou de date récente ([1]).

» Dans la présente Note, je prouverai que la proposition inverse est également vraie, à savoir que la propathie peut, à son tour, influencer et modifier de différentes façons l'épipathie.

» Je donnerai pour base à mon argumentation une association morbide très simple, qui déjà sans doute a été observée, sans avoir été, que je sache, ni décrite ni commentée : il s'agit d'un *anthrax développé chez un paludique*.

» L'un de mes anciens élèves, M. le Dr Kohos, exerçant actuellement à Manchester, connaissant mes études sur l'hybridité morbide, a bien voulu m'adresser l'intéressante observation qui suit :

» Un homme de 49 ans, né en Roumanie, avait eu dans ce pays, à l'âge de 25 ans, la fièvre intermittente pendant plusieurs mois. A 31 ans, il s'était établi à Manchester et n'avait jamais vu depuis reparaître la maladie.

» En août 1891, il retourne en Roumanie, reprend la fièvre et revient en Angleterre avec des accès quotidiens bien caractérisés.

([1]) *Propathie* et *épipathie* indiquent simplement l'ordre de succession de deux états morbides d'ailleurs indépendants et de nature différente, tandis que les termes très usités de *protopathie* et *deutéropathie* indiquent non seulement la succession, mais encore la dépendance et l'identité de nature; la confusion n'est donc pas possible.

» M. Kohos le voit, pour la première fois, le 22 septembre et constate sans difficulté et à plusieurs reprises, dans le sang tiré avec une ventouse (de préférence dans la région de la rate), les différents corps caractéristiques de la malaria.

» Le sulfate de quinine est administré, mais sans succès et ne détermine qu'une surdité assez persistante.

» Le 20 décembre, se déclare à la nuque un anthrax qui prend rapidement de grandes dimensions et s'accompagne d'une vive sensibilité à la pression et de douleurs spontanées très violentes, surtout la nuit.

» Un chirurgien pratique des incisions et exerce des pressions sur la tumeur pour en faire sortir le pus. Ces manœuvres sont extrêmement pénibles et provoquent, pendant vingt-quatre heures, des souffrances presque insupportables.

» L'analyse des urines ne révèle point l'existence du sucre; l'examen microscopique et bactériologique du pus de l'anthrax y montre, outre les leucocytes, des plasmodies paludiques en proportion notable et les staphylocoques dorés caractéristiques en quantité relativement minime.

» Après les incisions, les plaies sont pansées avec des cataplasmes arrosés d'eau phéniquée; on emploie même avec persévérance les pulvérisations phéniquées, habituellement si efficaces contre les furoncles et les anthrax. Mais rien n'y fait; on n'obtient aucun soulagement et la réparation locale ne fait aucun progrès.

» Pendant ce temps, la fièvre revenait régulièrement tous les jours, et, comme auparavant, résistait au sulfate de quinine administré par la bouche. C'est alors que M. Kohos eut l'idée de faire pénétrer ce médicament par la voie cutanée, en l'incorporant à la lanoline dans une pommade avec laquelle on frictionna surtout la région splénique; de plus, on fit ingérer l'arsenic sous forme de liqueur de Fowler.

» L'effet fut prompt et décisif, les souffrances cessèrent bientôt, la fièvre disparut en moins de huit jours, et la cicatrisation s'acheva en trois semaines.

» La guérison ne se démentit point.

» Ce fait, malgré sa concision, est très démonstratif. Au cours d'une fièvre intermittente, en récidive depuis quatre mois, survient un anthrax à allure grave, accompagné de douleurs d'une violence extrême, affectant le type périodique. Un traitement rationnel : débridements, pansements méthodiques, pulvérisations phéniquées, ne produit aucun soulagement, aucune modification favorable dans l'état local.

» On songe alors à instituer le traitement spécifique de la propathie, c'est-à-dire de la malaria. Aussitôt la scène change, les phénomènes anormaux cessent, tout rentre dans l'ordre, le travail réparateur commence et s'achève sans incident nouveau.

» Voici un autre fait tout récemment observé, dans lequel une phlegmasie d'ordre médical subissait également l'influence du paludisme antérieur.

» Une fillette de 5 ans, de belle constitution, est atteinte de pleuro-pneumonie

aiguë, sans symptômes généraux alarmants, mais avec un point de côté très étendu et très douloureux, simulant une névralgie intercostale.

» La petite malade, arrivée à Paris depuis peu de temps, habitait ordinairement le Brésil, ce qui me fit penser qu'elle pouvait bien être paludique. La mère, interrogée, répondit qu'effectivement son enfant avait eu à l'âge de 3 ans une fièvre intermittente assez rebelle, aussi avait-elle pensé à lui administrer de nouveau la quinine. Cette médication, paraissant tout à fait indiquée, fut prescrite, le point de côté disparut et l'amélioration suivie de guérison fut assez rapide pour justifier l'hypothèse d'une association morbide avec réaction de la propathie paludique sur l'épipathie pulmonaire.

» J'ai choisi ces deux exemples, auxquels j'en pourrais ajouter bien d'autres, parce que, de toutes les maladies microbiennes, le paludisme est peut-être celle qui influence au plus haut degré, le plus fréquemment et avec la plus étonnante ténacité les affections ultérieures locales ou générales, externes ou internes.

» Dans les contrées où la malaria est endémique, et chez les sujets actuellement en sa puissance ou qui en ont subi antérieurement l'atteinte, la plupart des épipathies sont modifiées dans leur marche et leur symptomatologie, aggravées dans leur pronostic, retardées pour le moins dans leur guérison, lors même que la thérapeutique a été logiquement instituée.

» Dans ces cas, vainement on combat la douleur par les narcotiques, les hémorragies par les hémostatiques mécaniques ou médicamenteux, l'inflammation par les antiphlogistiques, la fièvre par les antipyrétiques et le régime, etc., on échoue, de coutume, jusqu'au moment où, reconnaissant enfin la cause de l'insuccès, on administre les antidotes, au premier rang desquels se place le quinquina.

» Au reste, si la malaria fournit les exemples les plus probants, elle ne possède pas seule le fâcheux privilège d'agraver les épipathies ; on peut, en s'appuyant sur des faits très nombreux, ranger, sinon sur le même rang, au moins dans la même catégorie, des maladies virulentes comme la syphilis, des intoxications chimiques comme l'alcoolisme, des dyscrasies comme le diabète, l'albuminurie, la leucémie, et aussi ces états généraux graves et encore innommés qui résultent fatalement des lésions profondes des grands viscères : cœur, foie, reins, rate.

» C'est donc pour traduire un fait très commun et très général dans l'histoire des associations morbides que je propose d'y inscrire comme parfaitement démontrées les deux propositions suivantes :

» 1° Certaines propathies très répandues : malaria, syphilis, diabète, alcoolisme, etc., exercent fréquemment une action généralement fâcheuse sur les épipathies locales ou générales, externes ou internes.

» 2° Cette notion intéresse au plus haut point la Thérapeutique, qui doit toujours en tenir compte; car, s'il est utile de lutter contre la maladie récente, il est souvent indispensable, sous peine d'insuccès, de combattre simultanément l'état morbide antérieur. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Fixation de l'azote ammoniacal sur la paille.* Note de M. de Vogüé.

« Les eaux ammoniacales de l'usine à gaz de Cosne contiennent en moyenne 13^{gr} d'ammoniaque par litre, dont 9 combinés à l'acide carbonique et 4 combinés au soufre, au cyanogène, à d'autres corps dont la détermination importe peu au but que nous poursuivons. Elles renferment, en outre, une substance goudronneuse spéciale.

» Employées en arrosages sur les prairies sèches, à la dose de 25^{mc} par hectare, ces eaux en ont augmenté le rendement dans une forte proportion.

» Dans le but d'emmagasiner leur azote pendant les saisons où l'arrosage est impossible, et sous une forme applicable à la culture des céréales, on imagina de les mélanger à la paille, afin de produire un fumier artificiel.

» Un tas fut formé à l'aide de 2500^{kg} de paille et de bale sèches, imbibées de 9000^{lit} d'eau ammoniacale : des appareils furent installés pour mesurer la température et analyser les gaz produits. En même temps, une expérience de laboratoire, où l'on s'était efforcé de reproduire les mêmes conditions, permettait de suivre de plus près la marche de l'opération.

» Au début, une violente oxydation se manifesta, accompagnée d'une grande élévation de température, avec dégagement d'acide carbonique et de beaucoup de vapeur d'eau. Le maximum d'intensité de la réaction dans le tas de fumier se produisit le treizième jour. Le gaz sortant renfermait alors 32 pour 100 d'acide carbonique et des traces seulement d'oxygène; la température dépassait 100°. Le liquide qui s'échappait du tas, et qui était rejeté sur la masse chaque jour, était fortement coloré en noir : traité par les acides, il précipitait une matière noire floconneuse, soluble dans la potasse et ayant toutes les apparences de la matière noire du fumier animal.

» A partir du treizième jour, la réaction diminua d'intensité, mais le dégagement d'acide carbonique se continua, en décroissant, jusqu'à la fin de l'opération, qui fut interrompue au bout de quatre mois et demi. Le tas avait alors diminué en poids de 4200^{kg}, ou un peu plus du tiers; il présentait l'aspect du fumier noir à demi consommé et fut répandu dans un champ d'expérience, comparativement avec une quantité égale de fumier animal.

» Un échantillon de ce fumier artificiel, prélevé le trente-troisième jour de l'opération, fut analysé par notre savant confrère M. Schlœsing et présenta la composition suivante :

Eau	80
Matière sèche	20

Dans 100^{gr} de fumier frais :

		mgr
Azote	de l'ammoniaque dégagée pendant la dessiccation à froid	67,16
	de l'ammoniaque retenue en combinaison	129,72
Azote organique		483,31
		680,19

» Le meilleur fumier naturel ne renferme que 4 à 5 millièmes d'azote total; notre fumier artificiel était donc plus riche, au trente-troisième jour de l'opération. A la fin de l'opération, on a calculé que la moitié seulement de l'azote initial avait été fixée; mais il sera possible, en modifiant la durée de la fermentation et en modérant la réaction, d'arriver à une déperdition moins grande.

» Ce qui est intéressant à constater aujourd'hui, c'est la réaction intervenue entre le carbonate d'ammoniaque provenant de la distillation de la houille et la matière organique de la paille. Les corps noirs complexes du fumier se sont produits et se sont combinés avec une partie de l'ammoniaque. L'acide carbonique a été mis en liberté et s'est dégagé conjointement avec l'acide carbonique de la combustion lente de la paille.

» Au point de vue cultural, il n'est pas moins intéressant de constater le profit que pourront tirer de l'emploi des eaux ammoniacales, sous cette forme éminemment agricole, les exploitations situées à proximité d'une usine à gaz. »

M. **Ad. Chatin** fait hommage à l'Académie d'un Volume dans lequel il a réuni les résultats de ses recherches récentes, sous le titre « La Truffe ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Warren de la Rue*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. G. Rayet obtient	. . . .	34 suffrages.
M. Gruey »	. . . .	3 »
M. Perrotin »	. . . .	2 »
M. Souillard »	. . . .	1 »

M. G. Rayet, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer l'emploi de sommes restées disponibles, sur les fonds provenant du legs Lecomte.

MM. **Bertrand**, **Berthelot**, **Hermite**, **Milne-Edwards**, **Tisserand** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **D.-A. Casalonga** adresse une Communication intitulée « De la quantité de chaleur A*pu*, équivalente au travail de pleine pression, qui disparaît d'une chaudière alimentant une machine à vapeur, et dont il faut tenir compte en l'*ajoutant* à la quantité de chaleur totale λ contenue dans l'unité de poids de la vapeur admise et consommée ».

(Commissaires : MM. Sarrau, Mascart, Potier.)

M. **Berlese** adresse, pour le concours du prix Jérôme Ponti, l'analyse d'un Ouvrage en voie d'impression, sous le titre « Les Acariens, Myriapodes et Scorpions trouvés en Italie jusqu'à ce jour ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

L'Université de Dublin adresse une invitation pour les fêtes du troisième centenaire de sa fondation, qui auront lieu du 5 au 8 juillet de cette année.

MÉCANIQUE. — *De la nature de la rotation du couteau d'un pendule sur son plan de suspension.* Note de M. G. Defforges.

« On a assimilé jusqu'à présent le mouvement de l'arête du couteau d'un pendule sur son plan de suspension au roulement ordinaire. Euler et, après lui, Laplace en ont donné la théorie et en ont exprimé l'influence sur la durée d'oscillation du pendule.

» Il résulte d'une longue série d'expériences, poursuivies au Service géographique, que ce mouvement est plus complexe. Au roulement proprement dit, vient s'ajouter un glissément de l'arête sur le plan de suspension.

» Pendant le mouvement élémentaire d'amplitude $d\theta$ qui fait passer le pendule d'une position déterminée à la position infiniment voisine, les choses se passent comme si les ystème tournait : 1° d'un angle $m d\theta$ autour de la génératrice de contact, 2° d'un angle $n d\theta$ autour d'une droite parallèle passant par le centre de courbure qui, dans la section droite de l'arête, correspond au point de contact ; les deux rotations, autour de deux axes parallèles, se composent en une rotation résultante d'amplitude totale $d\theta$, qui s'effectue autour d'un axe instantané parallèle au plan de suspension et à l'arête du couteau et qui, dans la section droite de l'arête, coupe le rayon de courbure du point de contact, entre celui-ci et le centre de courbure, en en partageant la distance dans le rapport $\frac{m}{n}$.

$$m + n = 1.$$

» L'équation différentielle du mouvement oscillatoire du pendule composé prend alors la forme suivante

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\theta\left(1 + \frac{n\rho}{h}\right);$$

l est la longueur du pendule synchrone;
ρ le rayon de courbure moyen du couteau;
h la distance du centre de gravité à l'arête du couteau;
n le coefficient du glissement.

» L'effet du glissement sur un pendule réversible est le même que si l'on augmentait la distance h des arêtes de la quantité

$$n(\rho + \rho'),$$

ρ et ρ' étant les rayons de courbure moyens des deux couteaux.

» Le glissement est proportionnel à l'amplitude. Jusqu'à 6^{kg} ou 7^{kg}, il est assez exactement proportionnel au poids du pendule. Pour des poids plus élevés, la loi paraît plus compliquée.

» Le glissement est facilement mis en évidence et mesuré à l'aide de l'appareil suivant :

» Une fourchette, suspendue à un fil très souple, embrasse le support du pendule sans le toucher et s'appuie sur les parties de l'arête du couteau qui débordent le plan de suspension. Une glace plane, fixée à l'extrémité de la fourchette, est réglée parallèlement à une autre glace plane très voisine portée par le support. Les franges d'interférence d'une lumière monochromatique sont établies entre les deux glaces. Le déplacement alternatif des franges dans leur plan pendant le mouvement du pendule permet de mesurer l'étendue linéaire du glissement.

» Pour un pendule de 1^{m}, pesant environ 5^{kg}, à une amplitude de $30'$, correspond un glissement de $0^{\mu},2$ environ.

» Des expériences ont été entreprises, en 1891, à la station de Rivesaltes, avec quatre pendules réversibles, de poids et de longueur différents, pour étudier les effets du glissement. La constante $n(\rho + \rho')$ a été tirée de l'ensemble des observations, exécutées, pour les quatre pendules, à l'aide des mêmes couteaux, entre les mêmes limites d'amplitude.

» Chacun des quatre pendules avait donné, pour la longueur L du pendule à secondes, à Rivesaltes, une valeur différente; la correction de glissement a accordé toutes les valeurs de la manière la plus satisfaisante, comme le montre le Tableau ci-dessous :

	Poids.	Longueur.	L observé.	Correction de glissement.	L corrigé.
	kg	m	m	m	m
Pendule n° 1...	5,2	1	0,99339	+0,00006	0,99345
» n° 2...	5,2	$\frac{1}{2}$	0,99333	+0,00012	0,99345
» n° 3...	3,2	$\frac{1}{2}$	0,99338	+0,00008	0,99346
» n° 4...	2,3	$\frac{1}{4}$	0,99335	+0,00010	0,99345

» Dans les observations faites à Rivesaltes, j'ai été secondé par M. le capitaine Dumézil, du Service géographique. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'influence de la place du thermomètre extérieur dans les observations de distances zénithales.* Note de M. **Périgaud**, présentée par M. Wolf.

« Lorsqu'on veut atteindre la plus haute précision, on sait que les observations de distances zénithales présentent des difficultés toutes particulières, tenant à l'incertitude des données servant au calcul de la réfraction. En premier lieu se place l'influence de la position du thermomètre extérieur, dont les indications corrigent la valeur de la réfraction moyenne.

» A l'Observatoire de Paris et pour ce qui concerne le cercle de Gambey, on adopte généralement le thermomètre Arago, placé à l'extérieur de la salle, tout près de la face nord de l'édifice. Or la théorie apprend qu'il faut employer la température de la dernière couche d'air venant baigner l'objectif.

» Il m'a paru intéressant de me conformer strictement à cette règle pour des mesures de distances zénithales d'étoiles réparties depuis 15° jusqu'à 75° du zénith et j'ai, dans ce but, installé un thermomètre tout près de l'objectif dans une série d'observations de ce genre effectuées en 1889, de mai 7 à juin 3, c'est-à-dire à une époque où les variations de la température à l'intérieur et à l'extérieur s'accusent tout particulièrement.

» Les indications des deux thermomètres, en effet, ont présenté de très notables différences s'élevant pour une même soirée jusqu'à 3°. Dans les sept séries d'observations recueillies, le thermomètre Arago a marqué cinq fois une température plus faible que l'autre.

» Voici le Tableau des résultats obtenus en réduisant séparément les séries avec chacun des deux thermomètres, les étoiles étant rangées par ordre de distance zénithale :

	Distance zénithale.	Secondes de la distance zénithale ramenée au 7 mai. Therm. Arago.	Therm. nouveau.	Diff. Ar.-nouveau.
α Cassiopée	75°	21″,1	20″,5	0″,6
β Cassiopée	72	49,4	48,4	1,0
γ Cassiopée	71	6,1	5,4	0,7
δ Cassiopée	71	32,4	31,6	0,8
γ Céphée	54	18,1	17,8	0,3
Polaire	42	59,1	58,9	0,2

» Les étoiles plus près du zénith ne présentaient naturellement aucune différence.

» Ainsi on constate que, même pour la Polaire, la différence s'élève à 0″,2 et peut aller jusqu'à 1″ pour les étoiles à 20° au-dessus de l'horizon.

» Pour faire un choix entre les deux thermomètres, j'ai alors déterminé la latitude au moyen de séries de passages supérieurs et inférieurs d'étoiles observées en mai et novembre 1889 et réduites séparément avec les deux thermomètres.

» Voici le Tableau des résultats, les étoiles étant rangées par ordre de distance zénithale au passage inférieur.

	Distance zénithale.	Secondes de la latitude conclue.	
		Therm. nouveau.	Therm. Arago.
Polaire	42°	10″,8	10″,5
γ Céphée	54	10,9	10,7
λ Dragon	61	10,5	10,2
α Grande Ourse	69	10,6	10,2
γ Cassiopée	71	10,7	10,4
δ Cassiopée	71,5	10,7	10,1
β Cassiopée	72,5	10,5	10,0
β Grande Ourse	74	10,4	9,8
ε Grande Ourse	74,5	10,6	10,0
α Cassiopée	75	10,2	9,8

» Quel que soit le thermomètre adopté, la Polaire et γ Céphée ne pouvant présenter de grandes différences, la véritable latitude doit être très près de 10,8. Le thermomètre Arago, conduisant à des nombres qui s'écartent notablement de cette valeur, doit être évidemment rejeté.

» Des séries analogues effectuées en novembre 1889 et mai 1890, d'une part, en mai 1890 et novembre 1890 d'autre part, et réduites avec le thermomètre nouveau, ont fourni pour les latitudes calculées avec les diverses étoiles des résultats très concordants.

» La conclusion importante à déduire, c'est que la place du thermomètre extérieur jouit d'une influence considérable. Pour les observations méridiennes de haute précision, s'il n'est pas possible, ce qui serait l'idéal, d'effectuer en plein air les déterminations, il faut au moins pour les étoiles un peu basses ne se rapporter qu'aux indications d'un thermomètre placé près de l'objectif.

» Au grand méridien de l'Observatoire ces précautions ont été observées en conséquence du travail précédent.

» Les résultats énoncés viennent confirmer les idées de Le Verrier, qui avait songé à installer des thermomètres à l'ouverture des trappes de la salle méridienne, et de Villarceau, qui conseillait pour la détermination précise des fondamentales de se borner aux mesures obtenues à 30° environ de part et d'autre du zénith. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes primaires des équations différentielles linéaires du second ordre.* Note de M. **Ludwig Schlesinger**, transmise par M. Poincaré.

« Si, dans une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels, on considère l'intégrale générale y comme fonction de la variable indépendante x, en général l'ensemble formé par les valeurs de y appartenant à une valeur quelconque de x sera *überalldicht* (dans le sens de M. Cantor); il ne se constitue de points isolés que dans le cas singulier d'un groupe discontinu, en particulier pour les équations du second ordre (pour lesquelles, au lieu de l'intégrale générale, il convient d'étudier le quotient d'un système fondamental) si le groupe est fuchsien ou kleinéen.

» Soient

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^2\mathfrak{y}}{d\xi^2} = Q(\xi)\mathfrak{y}$$

une telle équation, $\mathcal{G}$ son groupe, η le quotient des intégrales fondamentales $\mathfrak{y}_1$, $\mathfrak{y}_2$, et considérons une fonction uniforme $f(u)$ qui ne change pas de valeur si l'on fait subir à la variable u les substitutions du groupe $\mathcal{G}$. Alors $f(\eta)$ sera évidemment une expression uniforme $\mathcal{E}(\xi)$ de ξ, et l'équation uniforme $f(\eta) = \mathcal{E}(\xi)$ nous fournira toutes les valeurs de η appartenant à une valeur de ξ, pour laquelle l'expression $\mathcal{E}(\xi)$ existe.

» On en conclut que non seulement l'ensemble des valeurs de η appartenant à une valeur de ξ, mais aussi celui des valeurs de ξ appartenant à une valeur de η, est composé de points isolés, et l'on reconnaît par là l'analogie entre la classe des équations à groupes discontinus et celle des équations intégrables algébriquement. Je supposerai que G soit un groupe de genre zéro, et que les fonctions fuchsiennes ou kleinéennes appartenant à G existent dans un domaine simplement connexe, à l'intérieur duquel il ne se trouve aucun point essentiel du groupe $\mathcal{G}$. Soit alors $x = f(\eta)$ une fonction fuchsienne ou kleinéenne à l'aide de laquelle toutes

les autres s'expriment rationnellement, et posons

$$y_1 = \left(\frac{dx}{d\eta}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad y_2 = \eta y_1, \qquad y = c_1 y_1 + c_2 y_2,$$

y va satisfaire à l'équation

$$\text{(B)} \qquad \frac{d^2 y}{dx^2} = \mathfrak{P}(x) y,$$

de laquelle on passera à l'équation (A), en substituant dans (B)

$$y = \left(\frac{dx}{d\xi}\right)^{\frac{1}{2}} \mathfrak{y}, \qquad x = f[\eta(\xi)] = \varepsilon(\xi).$$

» Soient $a_1, a_2, \ldots, a_n, a_{n+1} = \infty$ les points singuliers de (B), β_k l'inverse de la différence des racines de l'équation déterminante relative au point a_k; supposons qu'aucun de ces points singuliers ne soit logarithmique.

» Nous appelons *forme uniforme* et *invariante* une fonction homogène $\mathfrak{H}(\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2)$ de $\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2$ du degré r, qui devient fonction uniforme $\mathrm{H}(\eta)$ de η, si on la multiplie par $\mathfrak{y}_1^{-r}$ et qui, multipliée par $\left(\frac{dx}{d\xi}\right)^{\frac{r}{2}}$ devient la racine d'une fonction rationnelle de x; en particulier, nous dirons qu'une forme $\mathfrak{H}(\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2)$ est *entière* si, pour des valeurs finies de $\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2$, dont le quotient appartient au domaine d'existence de la fonction $\mathrm{H}(\eta)$, elle reste elle-même toujours finie. Il résulte alors des recherches de M. Poincaré (*Acta mathem.*, t. I, p. 235 et suiv.) que la forme générale d'une forme entière est

$$\mathfrak{y}_1^r \prod_{i=1}^{m} (x - c_i)^{\lambda_i} \prod_{k=1}^{n} (x - a_k)^{r\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\frac{1}{\beta_k}\right)}.$$

» En suivant la notation introduite par M. Fuchs pour les équations intégrables algébriquement (*Journal de Crelle*, t. 81, 85), nous appelons *forme primaire* une forme entière, si la fonction $\mathrm{H}(\eta)$ correspondante ne s'évanouit à l'intérieur du polygone générateur du groupe $\mathcal{G}$ que pour une seule valeur de η et pour cette valeur du premier ordre; une forme primaire est donc déterminée, à un facteur constant près, par son point zéro $\eta = \gamma$, et elle pourra s'écrire

$$\Phi(\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2)_\gamma = \mathfrak{y}_1^{\frac{\nu}{\beta}} \mathrm{X}(\eta)_\gamma = \left(\frac{dx}{d\xi}\right)^{-\frac{\nu}{2\beta}} (ax + b)^{\frac{1}{\beta}} \prod_{i=1}^{n} (x - a_i)^{\frac{\nu}{\beta}\left(\frac{i}{2} - \frac{i}{2}\frac{i}{\beta_i}\right)},$$

en désignant par $ax + b$ une fonction linéaire qui s'évanouit pour $x = f(\gamma)$ et par β la différence des racines de l'équation déterminante relative à $x = f(\gamma)$. Si $f(\gamma)$ n'est pas un des points singuliers, on aura $\beta = i$ et Φ est du degré ν; si, au contraire, $f(\gamma) = a_k$, la forme primaire correspondante Φ_k est du degré $\frac{\nu}{\beta_k}$. Les fonctions $X_1, \ldots, X_{n+i}$ sont alors les mêmes que celles que M. Poincaré désigne par les mêmes lettres dans son Mémoire cité. On démontre aisément les théorèmes suivants, établis par M. Fuchs pour les équations à intégrales algébriques.

» I. Chaque forme entière invariante est le produit de formes primaires.

» II. Entre trois formes qui sont, ou des formes primaires du degré ν, ou les puissances $\beta^{\text{ièmes}}$ de formes primaires du degré $\frac{\nu}{\beta}$, il y a une relation linéaire à coefficients constants; la forme primaire générale du degré ν est donc représentée par $c_1 \Phi_k^{\beta_k} + c_2 \Phi_i^{\beta_i}$, $i \gtrless k$.

» III. On a les relations

$$\frac{\beta_k \beta_{n+i}}{\nu} (\Phi_{n+i}, \Phi_k) = \Phi_k^{1-\beta_k} \Phi_1^{\beta_1 - i} \ldots \Phi_n^{\beta_n - i},$$

$$\frac{\beta_{n+i}}{\nu} (\Phi_{n+i}, \Phi_\gamma) = \Phi_1^{\beta_1 - i} \ldots \Phi_n^{\beta_n - i},$$

en désignant par (φ, ψ) le déterminant fonctionnel des fonctions φ, ψ.

» IV. Soit ρ le plus petit multiple des nombres $\beta_1, \ldots, \beta_{n+i}$ et $\sigma\nu = -2\rho$, la puissance $\sigma^{\text{ième}}$ de Φ_γ et la puissance $\sigma\beta_k{}^{\text{ième}}$ de Φ_k seront des fonctions rationnelles de x et, par conséquent, des fonctions uniformes de ξ, qui pourront être représentées sous la forme $\eta_1^{2\rho} \sum_{k=0}^{\sigma} c_k \theta_k(\eta)$, où $\theta_k(\eta)$ signifie une fonction thêta-fuchsienne ou -kleinéenne.

» V. Pour qu'une équation (A) admette un groupe discontinu, il est nécessaire et suffisant qu'une fonction homogène de η_1, η_2, qui, multipliée par une puissance convenable de η_1, se réduit à une fonction uniforme de η, soit égale à la racine d'une fonction uniforme de ξ.

» On arrive à des résultats analogues si quelques-uns des points $a_1, \ldots, a_{n+i}$ sont des points logarithmiques.

» J'ai développé les résultats indiqués, dans un Mémoire présenté au mois de janvier, au *Journal de Crelle*, et qui paraîtra prochainement; dans un second Mémoire, j'ai étudié en particulier le cas où la fonction ξ de η n'admet qu'un nombre fini de valeurs pour chaque valeur de η. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination précise de la densité critique.* Note de M. E. MATHIAS, présentée par M. Lippmann.

« I. Si l'on porte en ordonnées les deux sortes de densités d'un corps (liquide et vapeur saturée) et en abscisses les températures, les deux courbes obtenues se raccordent à la température critique; l'ensemble forme une courbe unique, telle que le lieu des milieux des cordes parallèles à l'axe des ordonnées est une *droite*. Ce résultat, annoncé par MM. Cailletet et Mathias ([1]), vérifié sur l'acide sulfureux dans un intervalle de 156°, a été confirmé récemment par M. Amagat ([2]). Mais, sauf pour l'acide sulfureux, la vérification n'a porté que sur des intervalles de température peu étendus (30° à 60°), et l'on peut craindre que le diamètre rectiligne ne soit qu'une *approximation*.

» Les récentes expériences de M. Sydney Young ([3]) permettent de donner de la loi du diamètre rectiligne une démonstration définitive, puisqu'il s'agit des corps les plus divers, au nombre de *douze*, et que les intervalles de température atteignent 300° et même 325° (*benzine monochlorée*).

» J'ai calculé la demi-somme des densités ([4]) pour chaque corps à un grand nombre de températures; puis j'ai déterminé le diamètre des deux points, et j'ai comparé les ordonnées observées et calculées.

» Le Tableau suivant donne cette vérification pour six des corps étudiés par M. Young. Les températures absolues de la première colonne sont relatives à la *benzine monofluorée;* les nombres de chaque couple de lignes horizontales, pour les autres corps, se rapportent à des températures *correspondantes :*

		Benzine.	Benzine monofluorée.	Acide acétique.	Chlorure d'étain.	Tétrachlorure de carbone.	Alcool éthylique.
272°,25	obs....	0,4500	0,5237	0,5265	1,1198	»	»
	calc...	admis	0,5218	0,5295	1,1125	»	»
289,3	obs....	»	»	»	»	0,80251	»
	calc...	»	»	»	»	admis	»

([1]) CAILLETET et MATHIAS, *Comptes rendus*, t. CII, mai 1886, et t. CIV, juin 1887.

([2]) AMAGAT, *Comptes rendus*, t. CXIV, février 1892.

([3]) SYDNEY YOUNG, *Phil. Mag.* [5], t. XXXIII; février 1892.

([4]) Rapportées à l'eau à 4°.

		Benzine.	Benzine monofluorée.	Acide acétique.	Chlorure d'étain.	Tétrachlorure de carbone.	Alcool éthylique.
320°,25	obs....	0,4253	0,4948	0,4992	1,0549	0,7734	0,3937
	calc...	0,4256	0,4939	0,4998	1,0508	0,7743	0,4019
410,4	obs....	0,3785	0,44157	0,44413	0,93513	0,6895	0,3559
	calc...	0,3799	admis	admis	admis	0,6923	admis
460,4	obs....	0,3534	0,4119	0,4142	0,8707	0,6457	0,3309
	calc...	0,3545	0,4125	0,4132	0,8709	0,6468	0,3304
519,7	obs....	0,32405	0,3776	0,3761	0,7937	0,5922	0,2997
	calc...	admis	admis	admis	admis	admis	admis
550,0	obs....	0,3092	0,3598	0,3563	»	0,5660	0,2811
	calc...	0,3088	0,3601	0,3576	»	0,5649	0,2844
559,55 temp. crit.	x.....	0,3037	0,3543	0,3514	0,7423	0,5558	0,2793

» La vérification de la loi du diamètre est pour ainsi dire absolue pour tous les corps étudiés; cependant, les trois alcools : méthylique, éthylique et propylique donnent, à la température la plus basse des expériences, une différence d'un peu plus de 2 pour 100 entre les nombres observés et calculés; la vérification est parfaite dans un intervalle de 200° à partir de la température critique.

» II. Les physiciens qui se sont occupés récemment de la détermination expérimentale des deux sortes de densités, MM. Battelli, Amagat et Young, ont conclu à l'existence d'une limite commune pour les deux densités, à la température critique; d'après la loi du diamètre, il s'ensuit nécessairement que la densité critique est égale à l'ordonnée du diamètre qui correspond à la température critique, comme l'ont indiqué MM. Cailletet et Mathias (mai 1886). Les nombres x de la dernière ligne horizontale du Tableau précédent sont donc les *densités critiques* des corps étudiés.

» Ces densités diffèrent beaucoup de celles qu'on déduit des *volumes critiques* observés directement par M. Young ou MM. Ramsay et Young; la différence atteint parfois presque 20 pour 100 de la densité critique (pour la *benzine monofluorée,* on a d'après M. S. Young 0,4111, et d'après le diamètre 0,3514). C'est la preuve qu'il est difficile, sinon impossible, de déterminer directement et avec précision la densité critique, conclusion à laquelle je suis arrivé dans un Mémoire antérieur [1]. Au contraire, la méthode du diamètre fournit, même appliquée à une grande distance de

---

[1] E. Mathias, *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse;* 1891, et *Journ. de Phys.;* 1892.

la température critique, des valeurs précises de la densité critique, parce que le coefficient angulaire négatif du diamètre étant toujours très faible (il varie de — 0,000493 à — 0,001285 pour les corps étudiés), une erreur de 1° sur la température critique donne une erreur négligeable et sûrement plus petite que les erreurs d'observation.

» III. Cette méthode, appliquée aux trois premiers alcools, donne des nombres qui ne diffèrent de leur moyenne, 0,2785, que de quantités inférieures ou égales à $\frac{1}{400}$ environ. Par suite, les trois alcools *homologues* méthylique, éthylique et propylique ont *même densité critique;* leurs diamètres ont aussi sensiblement même coefficient angulaire. Il y aurait intérêt à généraliser ce résultat par l'étude d'autres séries homologues ([1]).

» IV. Dans le Mémoire antérieur déjà cité, j'ai montré que la densité d'un liquide tend vers le triple de la densité critique quand on s'éloigne le plus possible de la température critique. Les expériences de M. Young fournissent une très belle vérification de cette loi, comme le montre ce Tableau :

Corps.	Densité critique calculée par le diamètre.		Tiers de la densité à t^o.	t^o.
Benzine	0,3037		0,3000	0°
» monofluorée	0,3543		0,3491	— 0,75
» monochlorée	0,3661		0,3635	+35
» monobromée	0,4857		0,4836	+53
» monoiodée	0,5838		0,5808	+77,8
Alcool méthylique	0,2784	0,2785	0,274	0
» éthylique	0,2793		0,269	0
» propylique	0,2778		0,271	+10,3
Éther ordinaire	0,2631		0,2453	0
Acide acétique	0,3514		0,3510	+16,3
Tétrachlorure de carbone	0,5558		0,5440	0
Chlorure d'étain	0,7423		0,7465	+14,9

([1]) Le tiers des densités de liquide des alcools supérieurs (prises à basse température) donne des valeurs par défaut de la densité critique. On obtient ainsi : pour les alcools *butyliques* primaires et secondaires 0,275, 0,272, 0,276; pour les alcools *amyliques* normal et de fermentation 0,277 et 0,275; et enfin pour l'alcool *hexylique* normal 0,278. Cela montre bien la généralité de la loi pour les alcools saturés primaires et secondaires. L'alcool *butylique* tertiaire fournit un nombre un peu plus faible, 0,262. Une vérification identique peut se faire sur la benzine, le toluène et le métaxylène.

» La considération des *volumes spécifiques moléculaires* (employés par M. Young) voile les analogies; la considération des *densités* nous a paru préférable. »

MÉCANIQUE. — *Influence de la masse du liquide dans les phénomènes de caléfaction*. Note de M. **A. Witz**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, à la date du 13 juin, M. de Swarte a élevé une réclamation de priorité relativement à mes recherches sur la vaporisation, en se référant à un article des *Annales industrielles*, auquel je n'ai pas trouvé sa signature : je me contenterai de faire remarquer que mes expériences diffèrent essentiellement de celles de M. de Swarte et que mes conclusions sont absolument opposées aux siennes.

» En même temps, dans le but d'éviter toute fausse interprétation de la loi que j'ai formulée, je la commenterai brièvement. L'effet de Boutigny se produit toujours, sur une plaque rougie, quand le liquide est en gouttes, donc en faible quantité; il ne se produit plus quand l'eau est en trop grande masse pour pouvoir affecter la forme sphéroïdale. La forme globulaire est donc requise pour la réalisation de la caléfaction. Le Dr Berger, de Francfort, a obtenu des gouttes de 500^gr d'eau [1]; c'est sans doute un maximum.

» Pour ce qui est des vaporisations de 1810^lit par mètre carré et par heure, que l'on a citées, je dirai qu'elles reposent sur des observations de huit à douze secondes ; mes expériences, au contraire, entreprises d'après le procédé inauguré par M. Hirsch, sont continues et peuvent être poursuivies pendant des heures ; or le foyer le plus intense que j'ai pu employer ne m'a donné que 1000^lit au plus par mètre carré et par heure. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la constante diélectrique par les oscillations électromagnétiques*. Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Potier.

« Dans une précédente Communication, j'ai indiqué la méthode que j'ai employée pour mesurer la constante diélectrique à l'aide des oscillations électromagnétiques.

---

[1] *Ueber spheroïdal Zustand* (*Pogg. Ann.*, t. CXIX, p. 594 ; 1863).

» I. Pour faire cette détermination sur un mélange de résine et de cire (résine 9, cire 1), j'ai employé le même appareil que pour l'essence de térébenthine, et trouvé les valeurs suivantes :

	$\sqrt{k}$.	k.
Résine liquide	1,462	2,137
» pâteuse	1,458	2,126
» froide	1,439	2,071

la période de la charge étant environ 4.10^{-8} secondes.

» Voici les nombres trouvés par d'autres procédés pour le même mélange de résine et de cire :

» Par la méthode du prisme ([1]), k a été trouvé compris entre 2 et 2,1.

» Par la méthode du galvanomètre balistique ([2]), pour des durées de charge comprises entre $0^s,0025$ et $0^s,022$, j'ai trouvé 2,03.

» En déterminant, à l'aide d'un condensateur à glissement, la capacité d'un condensateur successivement plongé dans l'air, puis englobé dans la résine, j'ai obtenu 2,88.

» Enfin, la méthode d'attraction des sphères de M. Boltzmann pour un temps de charge très long m'a donné $k = 5,4$.

» II. Pour le verre, ne pouvant englober le condensateur tout entier dans le diélectrique, j'ai eu recours, pour éliminer l'influence des bords, à une méthode particulière qui m'a été indiquée par M. Blondlot et déjà employée par lui.

» Considérons un condensateur placé dans l'air, d'épaisseur E; si dans la région où le champ est uniforme on introduit une lame de diélectrique d'épaisseur e, de surface S, de pouvoir inducteur K, la capacité augmentera de

$$\frac{S}{4\pi}\left(\frac{1}{\frac{e}{K}+E-e}-\frac{1}{E}\right),$$

les lignes de force restant toujours normales aux armatures.

» Soit, en valeur absolue électrostatique, A la capacité quand le diélectrique n'est pas placé, B quand il l'est, on verra facilement que

$$K = \frac{\frac{Se}{4\pi E}+(B-A)e}{\frac{Se}{4\pi E}-(B-A)(E-e)}.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 415.

([2]) *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 164.

» J'ai employé pour cette mesure une série de résonateurs formés avec quatre condensateurs, toujours les mêmes, et un certain nombre de circuits.

» Pour avoir A et B, le plus simple est de calculer les coefficients de self-induction des circuits à l'aide de la formule de M. Poincaré et de tirer A et B par les formules

$$(1) \qquad \lambda = 2\pi\sqrt{LA}, \qquad \lambda_1 = 2\pi\sqrt{LB}.$$

» Les capacités que j'ai employées étant beaucoup plus petites que celles dont M. Blondlot a fait usage, j'ai jugé utile de faire une expérience de vérification en calculant L, mesurant C et calculant λ; j'ai trouvé ainsi pour un résonateur $\frac{1}{4}\lambda = 290^{cm}$; en mesurant ensuite directement la longueur d'onde, j'ai obtenu

$$\frac{1}{4}\lambda = 280^{cm}.$$

Ces nombres ne différant que de 3 pour 100, j'ai conclu que la formule s'appliquait bien.

» Les expériences que j'ai faites m'ont donné les résultats suivants pour des lames de verre de Saint-Gobain :

Échantillon A.

γ période de charge.	K.	$\sqrt{K}$.
72,6 10^{-10}sec.	2,71	1,64
102	3,23	1,79
131,3	3,33	1,80
153,3	3,90	1,97
173,3	4,03	2,01
177,3	3,66	1,90
224	4,15	2,03
239	4,30	2,07
288,7	4,47	2,11
303,1	4,89	2,21
334,7	4,82	2,20
337,3	4,70	2,17
354	5,32	2,29
424,7	4,74	2,18
436,7	5,22	2,28
454,3	5,22	2,28
517,3	6,78	2,60
589,3	5,92	2,43
717,3	6,07	2,46
880	6,34	2,52

Échantillon B.

γ période de charge.	K.	$\sqrt{K}$.
170,7 10^{-10}sec.	3,82	1,95
206,7	3,94	1,98
227,3	4,17	2,04
242,7	4,23	2,06
316	4,63	2,15
453,7	5,727	2,39

» J'aurai l'honneur, dans une prochaine Communication, d'exposer le résultat de la comparaison avec quelques autres trouvés par d'autres méthodes. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la composition de l'eau et la loi des volumes de Gay-Lussac.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann ([1]).

« Mes recherches sur la densité des gaz m'ont conduit à fixer à 23,24 pour 100 la proportion de l'oxygène dans l'air atmosphérique; ce résultat a été confirmé par des expériences directes.

» Une deuxième conclusion non moins importante ressort de mon travail : le poids atomique de l'oxygène (15, 96), admis jusque dans ces dernières années, et que l'on trouve dans tous les Traités, est notablement trop fort. Le rapport de la densité de l'oxygène à celle de l'hydrogène est, en effet, 15,90 et il paraît inadmissible, étant donné la compressibilité de ces deux gaz, que ce nombre soit inférieur au poids atomique.

» Divers auteurs ont, il est vrai, depuis 1888, repris la détermination du poids atomique de l'oxygène; mais l'accord ne m'a point paru suffisant pour une donnée aussi fondamentale de la Chimie. Voici, en effet, les nombres obtenus par les divers expérimentateurs :

Cooke et Richards.	15,869	Noyes...........	15,896
Keiser..........	15,949	Ditmar..........	15,866
Rayleigh.........	15,89	Morley..........	15,879

» Après avoir rejeté, pour la raison que j'ai déjà dite, le nombre de M. Keiser, il nous en reste cinq dont la moyenne est exactement 15,88.

» J'espère montrer, par mes expériences, que tel est bien le poids atomique de l'oxygène, à moins d'un tiers d'unité près sur le dernier chiffre, c'est-à-dire à moins de $\frac{1}{5000}$ de sa valeur ([2]).

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

([2]) Je ferai remarquer qu'il y a entre ces cinq nombres un écart s'élevant à $\frac{1}{500}$, et que, par conséquent, la moyenne ne peut être tout au plus considérée comme probable qu'à $\frac{1}{1000}$ près.

D'autre part, mon attention se porte particulièrement sur les expériences de Lord Rayleigh qui, dans une récente publication, donne, à côté du poids atomique 15,89, le rapport des densités de l'oxygène et de l'hydrogène comme étant égal à 15,882. Il y a contraste, ainsi que je l'ai dit plus haut, entre ces deux nombres.

Je n'entreprendrai pas ici la critique des expériences de ce savant; mais il faut se

» Expériences. — J'ai suivi la méthode de Dumas en modifiant la disposition de l'appareil et la manière d'opérer.

» *Oxygène.* — L'oxyde de cuivre est préparé sous une forme très avantageuse de la manière suivante. Dans un tube ayant environ 25^{cm} de long et 4^{cm} de diamètre, j'introduis 200^{gr} de cuivre électrolytique laminé très mince; bien qu'assez fortement tassée, cette masse est parfaitement perméable aux gaz. Je l'oxyde partiellement dans un courant d'air ou d'oxygène purifié, puis je brise le tube et j'introduis le cuivre oxydé dans un tube de même diamètre, en verre demi-dur, auquel on adapte un robinet de verre à l'une de ses extrémités, tandis que l'autre reçoit un tube abducteur convenablement coudé et effilé. La partie large est enveloppée d'une feuille de platine mince passée au feu et bien propre; puis le tube est placé dans une gouttière en tôle, sur un lit d'amiante, et porté à la température la plus basse à laquelle le cuivre puisse s'oxyder, et j'y fais passer pendant une demi-heure un courant d'oxygène sec. Après avoir fermé la pointe effilée et fait le vide dans ce tube à $0^{mm},1$ près environ, je le lave, l'essuie et le porte dans la balance. La poussée atmosphérique est parfaitement compensée au moyen de flotteurs convenables. L'équilibre n'est relevé qu'au bout de cinq heures au moins.

» La réduction est opérée à la plus basse température possible au moyen d'hydrogène purifié et séché comme je l'ai dit ailleurs, et le courant de gaz est continué pendant le refroidissement. Le tube est ensuite refermé à la lampe et le vide fait comme plus haut, mais sur l'hydrogène. Je débarrasse le tube de son enveloppe de platine et le reporte dans la balance après avoir essuyé ses extrémités, mais non la partie qui a été chauffée.

» Enfin je le lave et l'essuie avec soin pour m'assurer de ce que le verre n'a pas subi d'altération appréciable sous l'action de la chaleur (¹).

» Il reste, pour connaître le poids de l'oxygène employé, à déterminer le poids d'hydrogène fixé par le cuivre : je réoxyde donc le cuivre dans un courant d'air sec, et je reçois les quelques centigrammes d'eau formée dans un tube à acide phosphorique anhydre.

» *Eau.* — La majeure partie de l'eau se condense dans une ampoule ayant une capacité de 35^{cc}, dont le col reçoit le tube abducteur muni d'un épaulement conve-

---

défier des poids *trop forts* pour l'hydrogène, et je crains bien que son hydrogène n'ait été généralement souillé par de l'air.

Mes expériences me font douter que l'on puisse laisser le ballon rempli d'hydrogène en communication pendant quatre minutes avec l'atmosphère, par l'intermédiaire d'un tube de 1^{m} de long et de $0^{m},01$ de diamètre, sans qu'il se produise une diffusion appréciable. D'ailleurs la température ne me paraît pas mesurée avec assez de certitude. Il est regrettable que Lord Rayleigh n'ait point donné les densités par rapport à l'air; la discussion de ses résultats eût été plus facile.

Je rappellerai que la plus petite densité que j'aie trouvée pour l'oxygène est 1,10501 et la plus grande pour l'hydrogène 0,06949, nombres dont le quotient est 15,901.

(¹) J'ai essayé sans succès de chauffer le tube dans une gouttière garnie de magnésie. Le tube lavé après l'opération a été trouvé tantôt plus léger, tantôt plus lourd qu'avant d'être chauffé. L'enveloppe de platine m'a donné au contraire d'excellents résultats.

nable; le reste est condensé dans deux tubes en U, soudés entre eux et à l'ampoule, et munis de robinets de verre spéciaux, et dont le deuxième est chargé d'acide phosphorique anhydre. Ces deux tubes sont plongés dans un mélange de glace et de sel. Suit un tube témoin. Cet appareil est toujours pesé plein d'hydrogène, sauf l'ampoule, qui communique avec l'atmosphère par un canal étroit.

» Les corrections à faire sont les suivantes :

» 1° Poussée atmosphérique sur l'eau liquide ;

» 2° Poussée atmosphérique sur la vapeur d'eau contenue dans l'ampoule avant et après l'opération ;

» 3° Perte de l'eau par évaporation, à raison de $0^{mgr},6$ à $0^{mgr},8$ par vingt-quatre heures (déterminée directement) ;

» 4° Eau entraînée par l'hydrogène qui s'échappe de l'ampoule ;

» 5° Différence des poids d'hydrogène contenu dans les tubes avant et après l'expérience.

» La première correction est facile à calculer ; la somme algébrique des autres n'atteint pas 1^{mgr}.

» Je donnerai, comme exemple, une expérience que je crois excellente :

Diminution de poids du tube à cuivre.........	gr 19,6797
Hydrogène fixé..............................	0,0047
Poids de l'oxygène................	19,6844
Poids apparent de l'eau recueillie.............	22,1364
Poussée atmosphérique sur l'eau liquide.......	0,0264
Somme des corrections diverses...............	0,0004
Poids de l'eau formée..............	22,1632
Poids de l'hydrogène, par différence..........	2,4788

d'où

Poids atomique de l'oxygène.................	15,882

» Dans une autre expérience, que j'ai pu mener à bien, j'ai formé $19^{gr},7403$ d'eau au moyen de 17,5323 d'oxygène. On en déduit, pour le poids atomique, 15,880.

» Une expérience préliminaire, faite sur $5^{gr},6064$ d'eau, m'avait donné 15,860 ; mais la quantité d'eau obtenue était évidemment trop faible.

» Le poids atomique de l'oxygène est donc 15,88, tandis que sa densité par rapport à l'hydrogène est 15,90. J'espère soumettre ces deux nombres à un dernier contrôle au moyen d'expériences en cours.

» Ce résultat a une importance réelle au point de vue de la fixation des poids atomiques des corps simples. Les nombres donnés par Stas, par exemple, doivent être multipliés par 0,995. J'aurai l'occasion d'y revenir.

» Je trouve, en outre, dans la comparaison de ces nombres une confirmation très remarquable de la loi des volumes, de Gay-Lussac. Les nombres

admis jusqu'ici ne permettaient pas de déduire la composition en poids des composés gazeux, de leur composition en volumes, ou réciproquement, et cette loi de Gay-Lussac ne pouvait être considérée que comme une *loi approchée*. Il ressort de ce qui précède que c'est une *loi limite*, au même titre que la loi de Mariotte.

» Je compte revenir aussi sur ce point en étudiant le bioxyde d'azote et l'oxyde de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sels azotés du platine* [1]. Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« J'ai décrit antérieurement (*Comptes rendus*, t. CX, p. 757; t. CXII, p. 616; t. CXIII, p. 696) plusieurs sels chloroazotés, bromoazotés et iodoazotés de platine et de potassium, de composition intermédiaire entre le platonitrite de potassium $Pt(AzO^2)^4K^2$ et le sel haloïde saturé PtX^6K^2 ($X = Cl, Br, I$). Depuis lors, j'ai obtenu plusieurs sels nouveaux du même genre, qui, joints aux premiers, constituent des séries régulières de composés analogues. Je vais indiquer brièvement quelles sont ces séries, réservant pour un prochain Mémoire l'étude détaillée et complète des composés qu'elles renferment.

I. — Série chloroazotée.

» *Platomonochloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3ClK^2 + 2H^2O$, obtenu par l'action ménagée de l'acide chlorhydrique sur le platonitrite. Paillettes brillantes jaune pâle, très solubles. Sa solution est très stable.

» *Platodichloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2Cl^2K^2$, obtenu par l'action du chloroplatinite de potassium sur le platonitrite. Aiguilles clinorhombiques jaune d'or, très solubles. C'est le terme le plus important de la série chlorée, à cause de la stabilité de ses solutions, et de sa formation constante dans toutes les réactions qui donnent naissance à des composés chloroazotés.

» *Platidichloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^4Cl^2K^2$, mentionné antérieurement sous le nom de *platichloronitrite*.

» *Platitrichloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3Cl^3K^2$, obtenu par l'action ménagée de l'eau de chlore sur le platomonochloronitrite. Prismes jaunes, très solubles. Sa solution est stable.

» *Platipentachloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)Cl^5K^2 + H^2O$, décrit antérieurement sous le nom de *chloroplatinate nitrosé*, avec la formule $Pt(AzO)Cl^5K^2 + H^2O$. Une étude plus attentive m'a montré que l'azote est dans ce corps au même état que

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

dans les autres composés chloroazotés, et que la formule $Pt(AzO^2)Cl^5K^2 + H^2O$ est mieux en rapport avec les résultats de son analyse.

II. — Série bromoazotée.

» *Platomonobromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3BrK^2 + 2H^2O$, obtenu par l'action ménagée de l'acide bromhydrique sur le platonitrite. Paillettes brillantes jaune pâle, très solubles. Isomorphe du platomonochloronitrite. Sa solution est très stable.

» *Platodibromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2Br^2K^2 + H^2O$, mentionné antérieurement sous le nom de *platobromonitrite.*

» *Platidibromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^4Br^2K^2$, mentionné antérieurement sous le nom de *platibromonitrite.*

» *Platitribromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3Br^3K^2$, mentionné antérieurement sous le nom de *platibromonitrosonitrite,* avec la formule $Pt(AzO)(AzO^2)^2Br^3K^2$, dont j'ai, depuis lors, reconnu l'inexactitude.

» *Platitétrabromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2Br^4K^2$, obtenu par l'action ménagée du brome sur le platonitrite. Prismes rouges, solubles dans l'eau, avec décomposition partielle en bromoplatinate, platodibromonitrite et vapeurs nitreuses.

III. — Série iodoazotée.

» *Platodiiodonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2I^2K^2 + 2H^2O$, décrit par Nilson (*Journal für prakt. Chemie,* 2ᵉ série, t. XXI, p. 172), sous le nom de *platoiodonitrite.*

» *Platitétraiodonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2I^4K^2$, déjà signalé sous ce nom.

» *Platipentaiodonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)I^5K^2$, mentionné antérieurement sous le nom d'*iodoplatinate nitrosé,* avec la formule $Pt(AzO)I^2K^2$, dont j'ai, depuis lors, reconnu l'inexactitude.

» Ces séries présentent encore quelques lacunes. Mais si l'on se préoccupe seulement des types de composés qu'elles renferment, on a les séries générales suivantes, dans lesquelles X représente l'atome d'un élément halogène quelconque :

$Pt(AzO^2)^4K^2$,	
$Pt(AzO^2)^3XK^2$,	
$Pt(AzO^2)^2X^2K^2$,	$Pt(AzO^2)^4X^2K^2$,
»	$Pt(AzO^2)^3X^3K^2$,
PtX^4K^2,	$Pt(AzO^2)^2X^4K^2$,
	$Pt(AzO^2)X^5K^2$,
	PtX^6K^2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les pyrogallols sodés*. Note de M. DE FORCRAND.

« I. Les dérivés alcalins du pyrogallol sont tellement oxydables à l'air, qu'il est très difficile de les obtenir à peu près purs. En employant les deux méthodes générales auxquelles j'ai recours habituellement, j'ai pu cependant préparer des corps assez peu altérés pour fournir des données thermiques acceptables.

» *Première méthode*. — On dissout, dans une atmosphère d'hydrogène, une quantité pesée du sodium dans une solution éthylique du poids correspondant du pyrogallol. On enlève l'alcool par la chaleur à 150°.

» *Seconde méthode*. — On fait réagir les deux solutions aqueuses et l'on chauffe pour déshydrater, toujours dans le courant d'hydrogène pur et sec, à 150°.

» La première méthode donne des pyrogallols mono, di et trisodés presque incolores à l'abri de l'air, mais ils retiennent toujours une certaine quantité d'alcool. La seconde fournit, pour les deux premières réactions, des corps très colorés, même dans l'hydrogène, d'aspect résineux et retenant des proportions variables d'eau, mais elle permet de préparer presque pur et incolore le pyrogallol trisodé. J'ai étudié thermiquement ce dernier composé, ainsi que les trois produits obtenus par la première méthode. Voici leur composition :

Pyrogallols sodés éthyliques...	$C^{12}H^5NaO^6 + 0,33\,C^4H^6O^2$
	$C^{12}H^4Na^2O^6 + 0,46\,C^4H^6O^2$
	$C^{12}H^3Na^3O^6 + C^4H^6O^2$
Pyrogallol trisodé...........	$C^{12}H^3Na^3O^6$ environ

» Les formules des trois échantillons de ce dernier corps que j'ai préparés (seconde méthode) étaient :

$$C^{12}H^{3,22}Na^{2,78}O^6,$$
$$C^{12}H^3Na^3O^6 + \tfrac{1}{9}NaHO^2,$$
$$C^{12}H^3Na^3O^6 + \tfrac{1}{10}NaHO^2,$$

» Dans le premier cas, sur 3Na, il manquait $\frac{Na}{4,5}$; dans les deux derniers, il y avait en trop $\frac{1}{9}$ et $\frac{1}{10}$Na. De pareilles différences, en plus ou en moins, sont inévitables lorsqu'on est obligé d'ajouter, à du pyrogallol pesé dans un ballon plein d'hydrogène, un volume déterminé d'une solution

titrée et concentrée de soude; elles tiennent à l'incertitude de la mesure de ce volume. Mais, lorsqu'elles sont aussi faibles, on peut facilement en tenir compte, surtout dans les deux derniers cas.

» II. J'ai d'abord fait l'étude thermique des trois produits à excès d'alcool (première méthode), en supposant provisoirement l'alcool non combiné. Pour éviter l'oxydation pendant la dissolution dans l'eau en présence de l'air, j'ai dissous ces corps dans une quantité d'acide sulfurique équivalente, et de dilution telle que l'état final fût identique à celui que donnerait la dissolution dans 4^{lit}, 6^{lit} ou 8^{lit} d'eau, puis l'addition à ces liqueurs de 2^{lit}, 4^{lit} ou 6^{lit} d'acide sulfurique ($1^{éq} = 2^{lit}$). On en déduit les chaleurs de dissolution dans l'eau, connaissant les chaleurs de neutralisation de la soude par l'acide sulfurique et par le pyrogallol [1].

» Tout calcul fait, on trouve, pour les chaleurs de dissolution, à $+20°$ ou $+22°$:

P. monosodé (4^{lit}).........	$+3^{Cal},05$	pour 148^{gr}
P. disodé (6^{lit}).........	$+11^{Cal},22$	pour 170^{gr}
P. trisodé (8^{lit}).........	$+18^{Cal},42$	pour 192^{gr}

» D'où l'on déduit :

$C^{12}H^6O^6$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^5NaO^6$ sol.		$+\overset{Cal}{42,76}$
$C^{12}H^5NaO^6$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^4Na^2O^6$ sol.		$+41,08$
$C^{12}H^4Na^2O^6$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^3Na^3O^6$ sol.		$+36,57$
$C^{12}H^6O^6$ sol. + Na^3 sol. = H^3 gaz. + $C^{12}H^3Na^3O^6$ sol.		$+120,41 = 40,14 \times 3$ [2]

» On voit déjà que les valeurs apparentes des trois fonctions successives du pyrogallol décroissent de la première à la troisième. La valeur moyenne apparente $+40,14$ serait plus élevée que celle du phénol ordinaire $+39,1$.

» III. Mais ces nombres sont certainement trop élevés, car il est impossible de supposer, comme on l'a fait jusqu'ici, que l'alcool n'est pas combiné. L'étude des produits obtenus par la seconde méthode va nous permettre de tenir compte de ce fait.

---

(1) En raison de la différence des températures et des concentrations, j'ai dû déterminer à nouveau les chaleurs de neutralisation de la soude par le pyrogallol, déjà mesurées par MM. Berthelot et Werner : $+6,397$, $+6,386$ et $+1,021$, à $+11°$, pour le pyrogallol dissous dans 12^{lit} et la soude dans 2^{lit}. J'ai trouvé, entre $+20°$ et $+22°$, $+6,20$, $+6,19$ et $+0,69$ pour le pyrogallol dissous dans 2^{lit} et la soude dans 2^{lit}. Ce sont ces nombres, peu différents des précédents, mais cependant un peu plus faibles, que j'ai employés dans les calculs.

(2) A partir de $n\,NaHO^2$ et avec formation de $n\,H^2O^2$ au lieu de $n\,H$, il faudrait retrancher, de chacun de ces nombres, $n \times 31,87$.

» On trouve, en effet, pour la chaleur de dissolution du pyrogallol trisodé exempt d'alcool, $C^{12}H^3Na^3O^6$, le nombre $+ 22^{cal},74$, ce qui nous donne :

$$C^{12}H^6O^6 \text{ sol.} + Na^3 \text{ sol.} = H^3 \text{ gaz.} + C^{12}H^3Na^3O^6 \text{ sol.} \quad + 116^{Cal},09$$

» Soit $+ 38^{Cal},70 \times 3$, au lieu de $+ 120,41$, soit $+ 40,14 \times 3$.

» La différence $+ 22,74 - 18,42$, ou bien $+ 120,41 - 116,09$, soit $+ 4^{Cal},32$, représente la chaleur de combinaison de l'alcool et du pyrogallol trisodé ; c'est le même nombre que pour beaucoup de composés analogues.

» Bien que la seconde méthode ne fournisse pas les dérivés mono et disodés purs, on peut admettre, sans erreur sensible, que l'alcool y est combiné de la même manière dans les produits à 0,33 et à 0,46 $C^4H^6O^2$, obtenus par le premier procédé. Il faut donc diminuer proportionnellement les deux premiers nombres, $+ 42,76$ et $+ 41,08$, qui deviennent $+ 41,34$ et $+ 39,09$. D'ailleurs

$$+ 41,34 + 39,09 + x = + 116,09,$$

x étant la troisième valeur. On a donc, pour les trois fonctions :

$$+ 41,34, \quad + 39,09 \quad \text{et} \quad + 35,66.$$

» La valeur totale $+ 116,09$ est mesurée avec précision, et chacun des trois nombres à moins de $0^{Cal},5$ près.

» IV. On voit immédiatement que ces valeurs diminuent régulièrement; les deux différences sont $+ 2,25$ et $+ 3,43$. La valeur intermédiaire $+ 39,09$ est exactement celle du phénol ordinaire $+ 39,10$. La valeur moyenne des deux autres $+ 38^{Cal},5$ est un peu plus faible ; elle est presque égale à la valeur moyenne de la résorcine $+ 38^{Cal},6$.

» La valeur moyenne des trois fonctions, $+ 38,70$, est un peu plus faible que celle de la pyrocatéchine $+ 39,02$ et du phénol ordinaire $+ 39,10$, mais elle dépasse un peu celle de la résorcine $+ 38,60$, et beaucoup celle de l'hydroquinone $+ 37,36$.

» Bien que tous ces nombres, sauf le dernier (hydroquinone $+ 37,36$), ne soient pas très différents, il y a, dans ces rapprochements, et aussi dans la manière dont les trois valeurs apparentes diminuent, des arguments nouveaux qui permettent de discuter la question un peu obscure des isoméries des phénols triatomiques, ainsi que je le montrerai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétono-résorcine.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré antérieurement que les phénols polyatomiques s'unissent avec les aldéhydes, pour former des combinaisons analogues aux acétates de la série grasse ([1]). L'acétone, quoique aldéhyde secondaire, possède, à quelques exceptions près, les réactions des aldéhydes primaires; dès lors il était probable qu'elle se combinerait aussi avec les mêmes phénols, pour donner des composés se rapprochant par leur constitution des acétates aromatiques. Cette considération nous a engagé à étudier l'action de l'acétone sur la résorcine.

» On dissout 50gr de résorcine dans 100gr d'acétone pure, on ajoute 50gr d'acide chlorhydrique fumant; après quelques minutes de contact, le mélange s'échauffe et il se sépare un liquide oléagineux, de couleur ambrée.

» Lorsque la réaction est terminée, on sépare le corps huileux formé; on le dissout dans l'alcool, et à la solution chauffée au bain-marie on ajoute de l'eau par petites portions : la combinaison acétono-résorcinique se dépose sous la forme d'un liquide qui se prend, au bout de quelques jours, en une masse solide d'un blanc jaunâtre.

» Ce traitement, qui a pour but la purification du composé, ne donne qu'une substance résineuse et très friable; pour l'obtenir cristallisé, il suffit de redissoudre la résine dans l'alcool concentré, et de verser la solution alcoolique dans une grande quantité d'eau chaude. Le liquide laiteux qui en résulte abandonne des cristaux qu'on lave à l'eau distillée et que l'on sèche à l'air libre.

» La combinaison acétono-résorcinique est en petits cristaux prismatiques anhydres, fusibles à 212°-213°. Elle est insoluble dans l'eau, la benzine, le chloroforme et l'éther sec; soluble dans les alcalis caustiques et carbonatés.

» *Composition.* — Desséchée à 30° et au-dessus de l'acide sulfurique, elle a donné à l'analyse des nombres qui s'accordent parfaitement avec la formule $C^{15}H^{16}O^{4}$.

» *Action de la chaleur.* — Soumise à la distillation, l'acétono-résorcine donne

([1]) *Bulletin de la Société chimique,* t. I, p. 4, 88, 146, 738; 1887.

d'abord de l'acétone, puis il passe des vapeurs qui se condensent dans le col de la cornue, et il reste un résidu charbonneux. Le produit de condensation est formé de résorcine mélangée avec une petite quantité de combinaison inaltérée et entraînée mécaniquement.

» *Action de la poudre de zinc.* — On mélange les cristaux avec la poudre de zinc, et l'on distille dans un courant d'hydrogène ; comme précédemment, on recueille de l'acétone et de la résorcine.

» *Hydrate.* — L'acétono-résorcine forme avec l'eau un hydrate en cristaux microscopiques. Il s'obtient facilement en partant de la résine récemment préparée. On la dissout dans l'alcool, et si la solution est colorée, on ajoute de l'acide acétique et quelques grains d'amalgame de sodium ; en précipitant par l'eau, il se sépare des flocons blancs qui s'agglomèrent après quelques jours en cristaux microscopiques.

» Desséché à 80°, l'hydrate prend une coloration rouge, abandonne l'eau de cristallisation et laisse une substance identique à la précédente.

» L'analyse fournit des nombres qui s'accordent avec la formule $C^{15}H^{16}O^{4}.H^{2}O$.

» *Combinaison éthérée.* — La substance desséchée à 40° est versée dans l'éther anhydre, il se dépose des cristaux rouges qui abandonnent l'éther au contact de l'air, et reproduisent le composé primitif.

» *Éthers. Éther diacétique* $C^{15}H^{14}O^{4}(C^{2}H^{3}O)^{2}$. — On chauffe à 130° en ballon scellé, pendant quelques heures, 1 partie de cristaux et 4 parties d'anhydride acétique. On distille ensuite environ la moitié du liquide et le résidu abandonne de petits cristaux blancs, que l'on purifie par cristallisation dans l'éther sec : l'éther diacétique est en petits prismes blancs fusibles à 126°, insolubles dans les alcalis caustiques et carbonatés à froid ; à chaud la dissolution est complète, mais accompagnée d'une saponification.

» L'analyse fournit des nombres qui répondent à la formule $C^{19}H^{20}O^{6}$.

» *Éther dibenzoïque* $C^{15}H^{14}O^{4}(C^{7}H^{5}O)^{2}$. — Il s'obtient comme le précédent, en remplaçant l'anhydride acétique par le chlorure de benzoïle. L'éther dibenzoïque est en petits cristaux blancs fusibles à 115°.

» L'analyse donne des chiffres qui s'accordent avec la formule $C^{29}H^{24}O^{6}$.

» *Éther diphosphorique.* — On dissout 4^{gr} de cristaux dans 15^{gr} d'oxychlorure de phosphore ; la solution est rapidement distillée, il se dégage de l'acide chlorhydrique et il reste une masse brune que l'on épuise par l'eau bouillante ; on la sèche, et on la dissout dans l'alcool. La solution alcoolique, précipitée par l'eau, abandonne des flocons d'un blanc jaunâtre. Séchés, ils se présentent sous la forme d'une poudre cristalline qui se dissout dans la potasse et la soude caustique ; la solution neutralisée par l'acide acétique abandonne un précipité gélatineux ; la combinaison calcique est très soluble et brunit par dessiccation.

» Le dosage du phosphore à l'état d'acide phosphorique a donné pour cet élément 12,50 pour 100 et la théorie indique pour la formule $C^{15}H^{14}O^{4}(PhO^{3}H^{2})^{2}$ 14 p. 100.

» Des recherches précédentes et des nombreuses analyses que nous avons faites des dérivés obtenus, il ressort que l'acétone s'unit à la résorcine pour former un acétal ; cette combinaison, l'acétono-résorcine cristal-

lisée, résulte de l'union de 2 molécules de résorcine avec une molécule d'acétone et perte d'une molécule d'eau, selon l'équation

$$C^3H^6O + 2C^6H^6O^2 = C^{15}H^{16}O^4 + H^2O.$$

» Elle ne contient que deux fonctions phénoliques libres, ainsi que le montrent les éthers diacétique et dibenzoïque; sa constitution est donc analogue à celle de l'acétal résorcinique, et peut être représentée par la formule suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>C<\!\!\begin{array}{l} O-C^6H^4-OH \\ O-C^6H^4-OH \end{array}.$$

» La réaction de l'acétone sur les phénols est générale; en outre la résorcine, la pyrocatéchine et le pyrogallol s'y unissent très facilement, mais l'hydroquinone ne nous a fourni aucune combinaison. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Utilisation de la pyrite grillée, pour la fabrication des sels de fer.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« La pyrite de fer est employée en quantité considérable dans la grande industrie chimique. Elle sert surtout à produire l'acide sulfureux pour la fabrication de l'acide sulfurique. Pour cela, on la grille dans des fours spéciaux; le soufre passe à l'état d'acide sulfureux, qui est envoyé dans les chambres de plomb, et le résidu est du peroxyde de fer presque pur.

» Pendant longtemps, la cendre de pyrite a été un résidu encombrant et sans valeur. Depuis quelques années cependant, on commence à l'employer en métallurgie; on est parvenu, en effet, à traiter dans les hauts fourneaux le résidu du grillage des pyrites les plus pures.

» On pourrait utiliser plus avantageusement une partie de ces résidus pour la production des sels de fer; on les obtiendrait ainsi plus économiquement que par le procédé actuel, qui consiste à faire réagir les acides sur le fer. De cette façon, on n'obtient, en outre, que des sels ferreux dont la transformation en sels ferriques est coûteuse; c'est pourquoi l'industrie utilise peu ces derniers.

» Jusqu'à présent, on n'avait pas employé la cendre de pyrite à cet usage, car, après des essais trop superficiels, on avait considéré ce peroxyde de fer comme inattaquable, ou du moins peu attaquable par les

acides. Il n'en est rien cependant, il se dissout sans difficulté dans les acides sulfurique et chlorhydrique, en donnant du sulfate et du chlorure ferrique, qu'on peut transformer ultérieurement en sels ferreux.

» Si l'on mélange la pyrite grillée, en poudre fine, avec de l'acide sulfurique (de 50° à 66° B., en quantité calculée pour saturer tout le peroxyde de fer, la réaction se déclare déjà à froid ; mais, dans ces conditions, elle est lente et toujours incomplète. A chaud, elle se fait beaucoup plus rapidement; elle est terminée en quelques heures et d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

» Il est, dans tous les cas, inutile de dépasser 300°.

» On obtient ainsi, suivant les proportions employées et la température à laquelle on porte le mélange, du sulfate ferrique renfermant un excès d'acide sulfurique, du sulfate ferrique neutre ou normal, et même des sulfates ferriques basiques.

» Un mélange de 45 parties de pyrite grillée et de 100 parties d'acide sulfurique à 60° (proportions théoriques) chauffé à 130°, 180°, 300°, fournit les produits dont nous donnons ci-dessous la composition.

	A 130°.	A 180°.	A 300°.
Eau	20,63 %	8,41 %	0,00 %
Peroxyde de fer insoluble (Fe^2O^3)	11,75	7,38	2,74
Peroxyde de fer soluble (Fe^2O^3)	18,89	29,93	40,29
Acide sulfurique total (SO^4H^2)	55,10	64,38	70,93
Acide sulfurique libre »	20,39	9,39	0,00
Sulfate ferrique normal $(SO^4)^3Fe^2$	47,23	74,82	96,65
Peroxyde de fer en excès sur le sulfate ferrique normal	0,00	0,00	1,63

» On peut ainsi obtenir industriellement du sulfate ferrique presque pur.

» A 300°, on a du sulfate ferrique légèrement basique, et d'autant plus basique qu'on a augmenté dans le mélange la proportion de pyrite grillée.

» Le sulfate ferrique ainsi obtenu est une poudre grisâtre, d'un emballage et d'un transport faciles. Ce sel est anhydre; à cet état, il est peu soluble dans l'eau, mais après l'hydratation, qui se fait lentement à froid, rapidement à chaud, il est extrêmement soluble. Mélangé à un peu d'eau, le sulfate ferrique anhydre fait prise comme le plâtre.

» Le chlorure ferrique peut s'obtenir tout aussi facilement que le sulfate. On le prépare à l'état solide, par l'action du gaz chlorhydrique sur la pyrite grillée. Il suffit de faire arriver ce gaz, tel qu'il sort des fours à sulfate, dans une colonne renfermant de la pyrite grillée; la réaction se déclare à froid; elle se fait avec élévation de température : l'absorption du gaz est totale et le sel obtenu est presque pur.

» Parmi les nombreuses applications auxquelles se prêtent les sels ferriques ainsi produits, on peut prévoir les suivantes :

» Le sulfate ferrique peut servir d'abord à la fabrication du sulfate ferreux cristallisé. Pour cela, il suffirait de le réduire en solution aqueuse par le fer métallique. On obtiendrait ainsi ce sel plus économiquement et plus commodément que par l'action de l'acide sulfurique sur le fer qui est le seul procédé actuellement en usage et dont les inconvénients sont bien connus, notamment le dégagement de gaz hydrogène impur, à odeur extrêmement désagréable, produit dans la réaction.

» Le sulfate ferrique peut remplacer le sulfate ferreux dans la plupart de ses applications : en agriculture, pour l'épuration du gaz d'éclairage, en teinture comme mordant, etc. Comme désinfectant, il pourrait être substitué au sulfate de cuivre, au sulfate d'alumine, au chlorure de zinc, etc. A la calcination, il donne de l'anhydride sulfurique.

» Enfin on trouvera une application extrêmement importante de ces sels pour l'épuration des eaux industrielles et des eaux d'égouts. On sait que les sels ferriques sont doués d'un pouvoir épurant considérable pour les eaux chargées de matières organiques et qu'ils ont été reconnus les plus actifs de tous les agents proposés dans ce but. Si jusqu'ici ils ont été peu employés pour cet usage, c'est que leur prix était trop élevé. Grâce au bas prix auquel ils peuvent être produits par ce procédé, les conditions sont complètement changées et l'on peut trouver dans cette application un débouché considérable pour ces sels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les altérations des eaux ferrugineuses.* Note de M. **F. Parmentier.**

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1363), nous avons indiqué un procédé qui nous permet d'avoir, après son transport, une eau identique à ce qu'elle est à la source. Nous nous proposions de donner, dans un Mémoire plus complet, des résultats et des documents plus précis sur nos recherches.

» Dans une Communication plus récente, M. J. Riban (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1483) donne, comme exemples des altérations des eaux minérales ferrugineuses transportées, un certain nombre de résultats qui tendraient à prouver que ces eaux, surtout les eaux françaises, perdent

presque la totalité du fer dissous qu'elles renferment abondamment à leur source. Nous demandons à l'Académie la permission de détacher, des documents nombreux que nous possédons à ce sujet, un certain nombre de données qui diffèrent de celles de M. J. Riban.

» Une première question qui se pose, quand on a affaire à une eau minérale, est celle de son authenticité. Les eaux sur lesquelles a opéré M. J. Riban ont été prises dans une pharmacie.

» Les eaux sur lesquelles ont porté nos recherches (nous avons fait l'analyse complète de plus de cinquante sources nouvelles, et étudié bon nombre de sources exploitées depuis longtemps) ont été puisées en notre présence, ou ont été embouteillées en présence du maire de la localité où se trouvent les sources, puis vérifiées par nous.

» La plupart de ces eaux renferment une forte proportion de fer. Aucune de ces eaux, quel qu'ait été son mode d'embouteillage, n'a perdu, par le transport, la totalité du fer qu'elle renfermait à l'état de dissolution, quoique la quantité restant dissoute puisse varier d'une bouteille à l'autre. Voici quelques exemples :

» 1° Source Saint-Louis n° 1, à Vichy-Saint-Yorre (Allier).

» Eau embouteillée à la façon ordinaire le 11 avril 1881, analysée en mai 1888 :

	Fer dissous. Bouteilles.		
Fer total.	I.	II.	III.
0,038	0,017	0,015	0,014

» 2° Même source Saint-Louis, n° 1.

» Eau embouteillée le 28 octobre 1889, après un assez long séjour dans un bassin de décantation, puis surchargée d'acide carbonique; analysée en novembre 1889 :

	Fer dissous. Bouteilles.	
Fer total.	I.	II.
0,006	0,004	0,003

» 3° Grande source à Pougues-les-Eaux (Nièvre). Eau embouteillée par nous à la façon ordinaire, le 15 mai 1891 :

Fer total.	Fer dissous.
0,157	0,042

» 4° Même eau embouteillée le 24 avril 1891, les bouteilles étant demeurées acci-

dentellement pendant plus d'une journée dans l'atmosphère d'acide carbonique de la source; analysée en mai 1891.

Fer total.	Fer dissous. Bouteilles. I.	II.
0,154	0,120	0,095

» Nous croyons inutile de multiplier les exemples pour les eaux minérales.

» D'ailleurs, au moins deux des analyses, que cite M. J. Riban comme faites sur l'eau de la source, n'ont été faites que sur la portion limpide de cette eau transportée, et elles montrent que ces eaux renferment du fer dissous.

» Pour montrer toute la réserve qu'il faut mettre dans ces questions, nous tenons à citer un autre exemple : celui de l'eau qui sert à l'alimentation de la ville de Saint-Flour (Cantal).

» Nous avons reçu, en avril 1890, une caisse de cette eau pour l'examiner au point de vue de sa valeur comme eau potable. Cette eau, qui avait été embouteillée sans autres précautions que celles des soins de propreté que nous avions réclamés, nous est arrivée dans un état de limpidité parfaite; elle s'est conservée telle, et cependant elle contenait $0^{gr},021$ de fer par litre.

» Les dosages de fer que nous indiquons ont été faits par le procédé classique de H. Sainte-Claire Deville. Nous ne croyons pas que le permanganate de potasse puisse convenir à ces recherches. Nous pensons que, dans les eaux minérales bicarbonatées, le fer existe surtout à l'état de bicarbonate de protoxyde de fer. Le groupement, dit hypothétique des éléments, nous semble pouvoir être fait d'une façon rationnelle, si l'on veut bien s'appuyer sur les belles recherches de M. Berthelot ([1]).

» Nous n'ignorons pas les tentatives qui ont été faites jusqu'ici pour la conservation des eaux minérales. Des renseignements, pris auprès des spécialistes les plus autorisés, il résulte qu'elles sont restées infructueuses pour des raisons qu'il serait trop long d'énumérer ici.

» Quant à la surcharge en acide carbonique (que nous n'employons pas d'ailleurs), il nous semble qu'elle ne saurait être blâmée, les eaux minérales venant d'un milieu surchargé de ce gaz. »

([1]) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique, Annales de Chimie et de Physique, Comptes rendus*, etc.

CHIMIE MINÉRALE. — *Reproduction de la néphéline purement potassique.* Note de M. **André Duboin**, présentée par M. L. Troost.

« En continuant mes recherches sur les réactions de la silice ou de l'hydrofluosilicate de potasse sur l'alumine en présence d'un excès de fluorure de potassium fondu ([1]), j'ai pu, en prolongeant la durée de l'action de la température, obtenir la néphéline purement potassique, que l'on n'avait pu obtenir jusqu'ici.

» Les expériences ont été conduites ainsi qu'il suit : une petite quantité de fluorhydrate de fluorure de potassium était chauffée, d'abord lentement, puis jusqu'à la température du rouge clair, dans un creuset de platine, le fluorure fondu ne formant qu'une couche de 4^{mm} à 5^{mm} de hauteur au fond du creuset. On y projetait alors une petite quantité d'alumine, dont on provoquait la dissolution par de la silice calcinée ou par de l'hydrofluosilicate de potasse, absolument comme dans les expériences où j'ai obtenu la leucite. On maintenait alors la température constante pendant quinze heures. Au bout de ce temps, on refroidissait lentement le creuset.

» Il restait alors une croûte cristalline occupant une hauteur de plusieurs millimètres, en même temps que tout l'excès de fondant s'était volatilisé lorsqu'on opérait avec l'hydrofluosilicate de potasse; avec la silice, il restait une petite quantité du fondant, qu'on enlevait par l'eau, et quelques lavages par décantation donnaient un produit très homogène et très bien cristallisé.

» *Analyse.* — La néphéline purement potassique est attaquable par l'eau régale encore plus facilement que la leucite; j'ai donc pu l'analyser par la même méthode que j'ai exposée dans une Note précédente.

» Les résultats conduisent à la formule $KO, Al^2O^3, 2SiO^2$.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Silice................	38,36	37,64	37,975
Alumine.............	32,57	33,01	32,278
Potasse.............	28,91	28,80	29,747
	99,84	99,45	100,000

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1361.

» La néphéline purement potassique est très remarquable au point de vue de ses propriétés cristallographiques et optiques. Elle cristallise en prismes orthorhombiques et diffère donc entièrement, sous le rapport de la symétrie cristalline, de la néphéline sodique. Le prisme est à peu près également développé dans ses trois dimensions, son angle est d'environ 97°. Il présente une troncature $g^1 (010)$. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1; leur écartement est d'environ 40°. La bissectrice aiguë perpendiculaire à $p(001)$ est négative. La biréfringence maxima

$$n_g - n_p = 0{,}008, \qquad n_g - n_m = 0{,}002 \qquad \text{et} \qquad n_m - n_p = 0{,}006.$$

» Les cristaux possèdent la propriété de se grouper à la façon de l'aragonite, de manière à former des groupes pseudo-hexagonaux. Ces groupes vus à plat présentent l'aspect de rosettes à six pointements de 97° avec des angles rentrants de 157°. Les secteurs ont donc la forme de quadrilatères à deux angles latéraux égaux dont l'angle tourné vers le centre est de 60°, tandis que l'angle opposé est de 97°. Sur chaque secteur le plan des axes est perpendiculaire à la diagonale qui joint les sommets de ces deux angles et l'on peut s'assurer en lumière convergente que le secteur ainsi vu est perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p.

» De tels faits établissent donc dans ce composé une tendance marquée à la symétrie hexagonale, tendance qui jointe au signe de la bissectrice aiguë le rapproche de la néphéline sodique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le passage des substances dissoutes à travers les filtres minéraux et les tubes capillaires.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. F. Guyon [1].

« Dans une Note précédente [2], j'ai établi les trois faits suivants :

» 1° Lorsqu'on filtre une urine albumineuse à travers la porcelaine, on constate que l'urée passe plus vite que l'albumine.

» 2° Lorsqu'on filtre, dans les mêmes conditions, du sang défibriné, on recueille d'abord des liquides très pauvres en albumine et exempts d'hé-

---

[1] Travail du laboratoire de Chimie de M. le professeur Guyon, à l'hôpital Necker.

[2] *Comptes rendus*, 2 novembre 1891.

moglobine, puis plus riches en albumine et pauvres en hémoglobine ; enfin, des liquides assez riches en hémoglobine.

» 3° Lorsqu'on filtre une solution contenant de l'urée et de l'acide urique, ces deux substances passent également vite.

» La première expérience montre que, entre deux substances, l'*une de petit* volume moléculaire, l'*autre de grand*, la seconde passe plus lentement.

» La deuxième expérience montre que, entre deux substances de *grands volumes* moléculaires *toutes deux*, celle qui a le volume le plus grand passe plus lentement.

» La troisième que, entre deux substances de *petits volumes toutes deux*, mais de volumes inégaux, il n'y a pas de différence sensible dans leur vitesse de passage, ce qui se comprend en admettant que leurs volumes sont négligeables par rapport aux espaces où ils se meuvent.

» Tous ces faits m'ont paru n'être pas indifférents en Physiologie, car les substances étudiées ici circulant dans l'organisme, les lois qui régissent leurs mouvements dans les espaces capillaires doivent trouver là de nombreuses applications. J'ai exposé quelques considérations dans cet ordre d'idées, dans la Note rappelée plus haut et aussi dans un travail plus développé [1].

» Je voulais aussi traiter la question du passage des toxines de nature albumineuse (précipitables par l'alcool) à travers les filtres minéraux. Cette partie du sujet vient d'être l'objet d'une Note de M. Arloing (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1455) qui a montré que ces toxines sont en partie retenues dans le filtre, fait qui vient appuyer mes expériences anciennes dans lesquelles il est établi que les substances albuminoïdes traversent difficilement les filtres minéraux.

» Enfin, la chose qui, *au point de vue de la Chimie générale*, m'a paru la plus importante, était de savoir ce qui arriverait si l'on faisait passer des solutions albumineuses, non plus à travers la terre poreuse, mais simplement au travers d'un tube capillaire très fin.

» Si, en effet, le passage relativement lent de l'albumine à travers les espaces capillaires tient bien à la *grandeur absolue* de sa molécule, on devra noter, lorsqu'une solution albumineuse passe à travers un tube très fin, les faits suivants :

» D'abord, passage d'une solution moins riche en albumine que la so-

---

[1] Thèse soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris (25 février 1892).

lution primitive, et enrichissement proportionnel de la solution contenue dans le réservoir ; ensuite, passage de la solution ainsi concentrée, ou peut-être arrêt de l'écoulement si le pourcentage en albumine devenait trop fort. C'est, en effet, ce dernier résultat qu'on observe dans le cas de la filtration du sérum à travers la terre poreuse : il arrive un moment où le sang ne filtre plus.

» Voici les faits que j'ai observés :

» *Première expérience.* — J'ai filtré à travers un tube capillaire de $0^{mm},05$ de diamètre environ [1] une urine contenant par litre : albumine, $5^{gr},30$. Les premières quantités d'urine filtrée contenaient : albumine, $4^{gr},00$. Le liquide restant dans le réservoir contenait : albumine, $5^{gr},7$.

» *Deuxième expérience.* — J'ai filtré à travers un tube de $0^{mm},08$ de diamètre une urine contenant par litre : albumine, $3^{gr},80$. Les premières portions (un quart environ du liquide) ont été trouvées contenir par litre : $3^{gr},00$, et le liquide restant dans le réservoir possédait une proportion plus riche de ce composé : albumine, $4^{gr},00$.

» *Troisième expérience.* — Comme dans un liquide aussi complexe que l'urine, on pourrait invoquer l'action des sels et des autres produits sur l'albumine, j'ai recommencé l'expérience précédente avec une solution aqueuse d'albumine d'œuf purifiée.

» Cette solution contenait par litre : albumine, $5^{gr},90$. La première portion qui a traversé le tube contenait : albumine, $5^{gr},45$. La solution restée dans l'appareil renfermait : albumine, $6^{gr},00$.

» *Quatrième expérience.* — C'est la répétition de la précédente, avec une solution plus concentrée. J'ai trouvé que les dix premiers centimètres cubes contenaient une solution d'albumine à $8^{gr},18$ par litre, tandis que les 10^{cc} suivants contenaient $8^{gr},42$.

» *Cinquième expérience.* — Enfin, j'ai dosé l'urée, l'albumine et les sels dans une urine avant et après *filtration complète*, et j'ai trouvé les mêmes nombres à la seconde décimale. Donc le passage de ces substances à travers le tube capillaire n'avait modifié ni leur nature ni leurs propriétés.

» Lorsque, dans les expériences précédentes, j'ai substitué à la solution d'albumine, d'une part, une solution d'une matière colorante à poids moléculaire élevé, comme le bleu coton ou le rouge Congo (poids moléculaire, 826); d'autre part, une solution d'une substance d'un poids moléculaire très faible, comme l'urée; les différentes parties successivement recueillies étaient, *dans les deux cas*, également concentrées.

» La conclusion de ce travail est que, pour observer les phénomènes

---

(1) On sait que le diamètre d'un tube capillaire, aussi régulier que possible, varie du simple au double d'un point à l'autre du tube (Decharme, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I, p. 148).

relatés plus haut, il faut que le poids moléculaire soit déjà beaucoup plus élevé que 1000, et sans doute voisin de 10 000 ou 15000, nombres entre lesquels paraît être compris le poids moléculaire de l'albumine, d'après les travaux les plus récents.

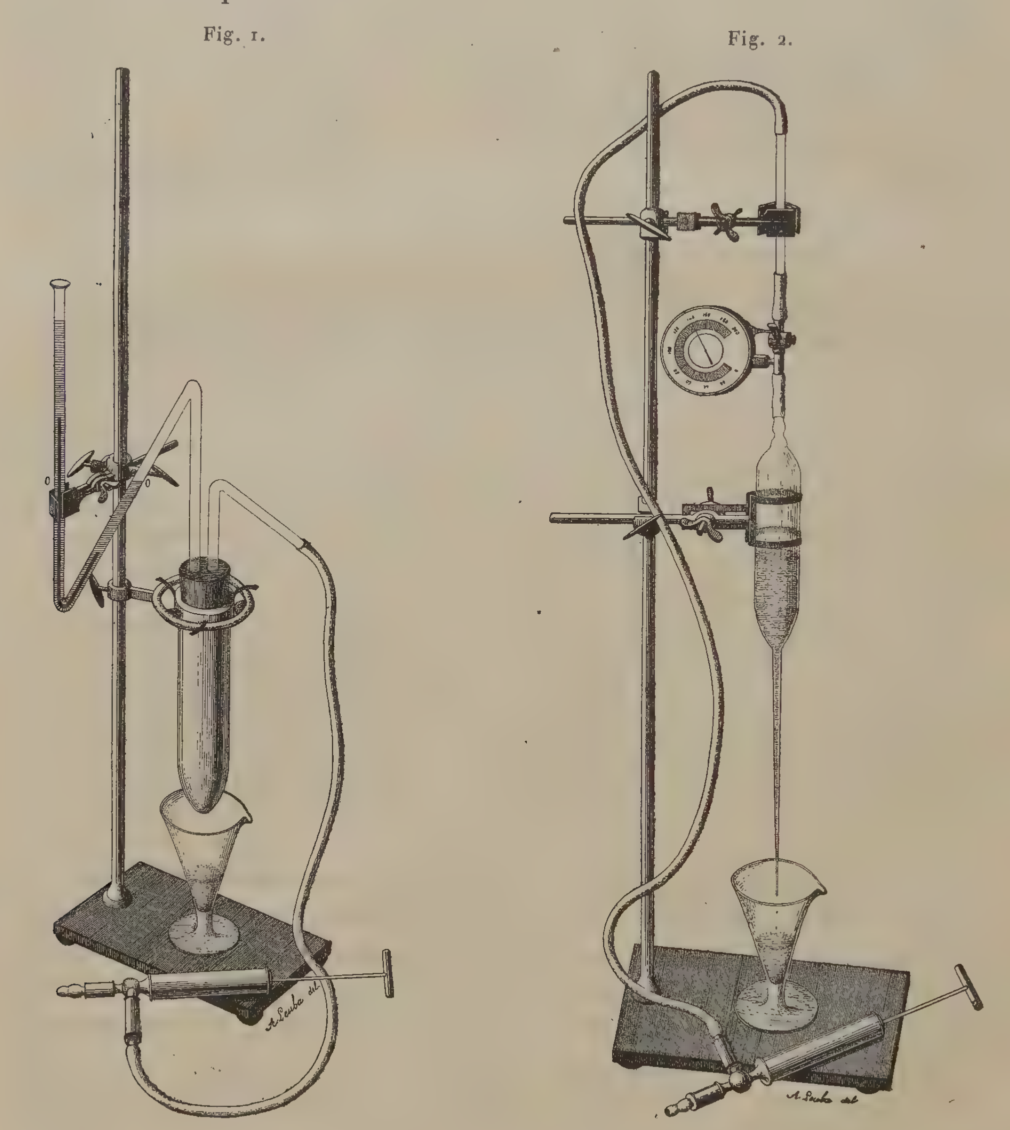


Fig. 1. Fig. 2.

» Les appareils qui m'ont servi, et dont je ne puis donner ici la description, sont représentés *fig.* 1 (appareil à filtre, en terre), et *fig.* 2 (appareil à tube capillaire). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'hémocyanine*. Note de M. **Léon Fredericq**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le sérum du sang de Poulpe contient en grande quantité (8 à 9 pour 100) une *protéide* cuprifère, l'*hémocyanine*, capable de former avec l'oxygène une combinaison instable, l'*oxyhémocyanine*. Le rôle physiologique que l'hémocyanine joue chez le Poulpe est analogue à celui que l'hémoglobine remplit dans notre organisme; sa constitution chimique est calquée sur celle de l'hémoglobine. C'est la seule matière albuminoïde que renferme le *sang de Poulpe*: on peut donc la préparer en soumettant le sang de Poulpe à la dialyse. On peut également l'obtenir en précipitant ce sang par $MgSO^4$.

» Tous ces faits, dont je maintiens l'exactitude, ont été vérifiés par Krukenberg, Halliburton, Griffiths et d'autres. Tous ont été contestés récemment par M. F. Heim (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 771; 28 mars 1892).

» Au lieu d'expérimenter chez le Poulpe, où l'hémocyanine existe en grande quantité et est facile à préparer, M. Heim a fait ses essais chez l'Écrevisse, le Homard, le Crabe, où les conditions sont toutes différentes, comme nous le savons par les travaux de Krukenberg et de Halliburton, et comme j'ai pu le vérifier moi-même. Chez l'Écrevisse notamment, l'hémocyanine est absente ou n'existe qu'en petite quantité; chez les autres Crustacés, la matière cuprifère est pour ainsi dire noyée dans une masse considérable d'autres substances albuminoïdes. Rien d'étonnant à ce que M. Heim ne trouve pas de cuivre dans le sang de l'Écrevisse et dans celui de quelques autres Crustacés, et que ce sang n'absorbe pas plus d'oxygène que l'eau de mer. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le déterminisme physiologique de la métamorphose chez le ver à soie*. Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des recherches sur la métamorphose des Amphibiens anoures, publiées l'an dernier [1], m'ont conduit à admettre, pour la transformation

---

[1] E. Bataillon, *Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamor-*

larvaire chez ces animaux, un véritable déterminisme physiologique dont les principaux termes s'ordonnent de la façon suivante : troubles respiratoires liés à des conditions anatomiques qui relèvent de l'évolution normale et entraînent un état asphyxique, troubles circulatoires consécutifs, histolyse, diapédèse et phagocytose. Cette sorte de mécanisme présidant à l'évolution devait s'étayer, non seulement sur l'expérimentation dans un groupe particulier, mais aussi et surtout sur des faits du même genre observés chez d'autres types. J'ai donc cherché chez les Insectes et choisi comme objet d'étude un Lépidoptère qui se prête tout spécialement à l'observation et à l'expérimentation, le Bombyx du mûrier, dont l'éducation est exploitée au point de vue industriel.

» Mes premières constatations ont porté sur la circulation. J'ai récemment précisé et contrôlé des observations faites l'an dernier et qui peuvent se résumer brièvement.

» La circulation, pendant que le ver file son cocon, présente normalement des troubles qui s'accentuent à partir du deuxième jour du filage et consistent dans des inversions périodiques rappelant ce qui s'observe chez les Tuniciers. J'appellerai *circulation directe* la circulation normale d'arrière en avant; *circulation inverse*, la circulation d'avant en arrière. Le premier jour du filage, la *circulation inverse* se présente pendant des périodes d'une dizaine de minutes, coupant la *circulation directe* toutes les demi-heures environ. Puis, la *circulation inverse* devient graduellement plus importante : on passe par un stade d'égalité, et, à la veille de la chrysalidation, on comptera jusqu'à quarante minutes de *circulation inverse* pour cinq minutes de *circulation directe*. A partir de ce moment, l'extrémité postérieure du ver, jusqu'ici intacte, commence à se flétrir. La *circulation directe* remonte rapidement jusqu'à dépasser en importance la *circulation inverse* [1]. Pendant une période qui comprend les trois ou quatre heures précédant la chrysalidation et qui s'étend aux quelques heures suivantes, les mouvements du vaisseau dorsal présentent une allure nouvelle. Ce vaisseau entre en contraction par sa partie moyenne, et l'onde san-

---

phose des Amphibiens anoures (*Annales de l'Université de Lyon*, t. II, 1er fascicule, 1891).

[1] Cette dernière est toujours beaucoup plus lente. Le nombre des mouvements varie aux divers stades de 20 à 9 par minute, tandis que, pour la circulation directe, il oscille entre 50 et 25.

guine progresse à la fois dans les deux sens. Cette *circulation indifférente* est interrompue par de courtes périodes de circulation normale.

» L'épaississement du tégument chrysalidaire empêche de pousser plus loin les observations : j'ajoute seulement qu'à la fin de la nymphose, lorsqu'on peut détacher le tégument dorsal, on constate la circulation normale des Arthropodes.

» En résumé : apparition à intervalles variables et prédominance graduelle d'une *circulation inverse*, relèvement de la circulation normale quand le train postérieur du ver se flétrit, troubles considérables et *circulation indifférente* pendant la chrysalidation : tels sont les points que j'indique aujourd'hui, les seuls du reste que je veuille considérer. Mon intention n'est pas, en effet, d'élucider le mécanisme complexe de l'évolution morphologique des Insectes. J'ai cherché uniquement s'il ne serait pas possible de fournir sur le déterminisme de l'histolyse (phénomène fondamental dans toutes ces transformations) des données concordantes dans des groupes différents.

» Chez les Amphibiens, j'ai pu rapporter cette histolyse à des troubles nutritifs. Les troubles circulatoires que je viens d'indiquer chez le Ver à soie m'ont conduit à des recherches sur la respiration. Dans une Note communiquée à la Société de Biologie le 25 juillet 1885 (¹), P. Bert, examinant l'évolution de la fonction respiratoire chez le Bombyx du mûrier, donnait sur cette période de métamorphose des faits importants.

» Le savant physiologiste indiquait une baisse dans la quantité de CO^2 éliminée à partir du filage, la courbe se relevant pendant la vie chrysalidaire; il notait, en même temps, une baisse dans le rapport $\frac{CO^2}{O}$, toujours plus petit que 1 durant la transformation, et atteignant un minimum vers le dixième jour. J'ai repris soigneusement l'étude de ces changements pour l'élimination de l'acide carbonique; et, m'en tenant aux résultats de P. Bert pour le rapport $\frac{CO^2}{O}$, j'ai voulu les compléter par les dosages de l'acide carbonique total contenu chez les Vers à cette période.

» J'ai constaté nettement la baisse dans l'élimination, en même temps qu'un accroissement progressif de la teneur en acide carbonique, *pour un*

(¹) P. Bert, *Observations sur la respiration du Bombyx du mûrier à ses différents états.*

poids donné de larves, jusqu'au moment de la chrysalidation. A partir de cette phase, on note une diminution rapide.

» Cet ensemble de faits, auquel s'ajoutera prochainement une étude de la fonction glycogénique, méritait un rapprochement avec le déterminisme physiologique que j'ai donné pour la métamorphose des Anoures. Des troubles respiratoires et circulatoires de même ordre m'amènent à étendre aux Insectes une interprétation que l'on a qualifiée de *théorie de la métamorphose par l'asphyxie*. A quels changements peut être lié l'état asphyxique dans ce cas particulier? L'observation et l'expérience me permettront peut-être une réponse satisfaisante dans un travail plus étendu [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau* Temnocephala, *parasite de l'*Astacoides madagascariensis. Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« Grâce aux patientes recherches d'un naturaliste établi à Madagascar depuis plusieurs années, M. Fr. Sikora, l'importance de la faune des Invertébrés de cette île augmente tous les jours par suite de la découverte de nouvelles espèces. Parmi les plus curieuses que nous avons reçues depuis 1890, il en est une, parasite sur l'*Astacoides madagascariensis,* qui a plus particulièrement attiré notre attention.

» Cet animal, en forme de raquette, offre des digitations sur toute l'étendue de son bord antérieur arrondi, tandis que son extrémité postérieure est terminée par une ventouse; il fait partie du genre *Temnocephala,* que M. Blanchard a créé en 1850 pour des spécimens trouvés au Chili par Gay, sur la carapace d'une sorte d'écrevisse, aux environs de Santiago. Tandis que cette dernière espèce, nommée *T. chilensis,* ainsi que toutes celles qui ont été décrites jusqu'à ce jour, ne présentent que quatre ou cinq digitations céphaliques, chez celle de Madagascar, que nous désignerons sous le nom de *T. madagascariensis,* on en observe douze.

» L'aspect général de ces Vers les avait fait placer jusqu'en 1872 dans l'ordre des Hirudinées (famille des Branchiobdelles); mais une étude un

---

[1] Laboratoires de Zoologie et de Physiologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

peu plus complète, faite à cette époque par M. Semper, amena ce naturaliste à mettre cet animal dans l'ordre des Trématodes.

» Malgré les recherches dont ces êtres ont été l'objet depuis leur découverte, il n'a pas été établi de diagnose générique, et c'est pour combler cette lacune que nous allons donner ici cette diagnose, qui servira également de résumé aux recherches que nous venons de terminer sur l'espèce de Madagascar.

Genre TEMNOCEPHALA.

» Corps ovoïde, en forme de raquette, comprimé de bas en haut; postérieurement, une grande ventouse terminale; en avant, un certain nombre de digitations insérées sur les bords d'une sorte de prolongement céphalique, en arrière et à la face inférieure duquel se trouve l'orifice buccal. Orifice génital unique, placé sur la ligne médiane du corps, au milieu de l'intervalle qui sépare la bouche de la ventouse.

» A la face dorsale, deux points oculiformes, assez visibles par transparence, placés à peu de distance en arrière des digitations céphaliques.

» Tube digestif constitué par un volumineux pharynx musculaire auquel fait suite un intestin très large, comprimé et terminé en cœcum.

» Appareil excréteur muni de deux vésicules contractiles, placées tout à fait latéralement à la hauteur du pharynx.

» Organes génitaux constitués par une paire de glandes testiculaires multilobées; un ovaire (germigène) avec glandes vitellogènes nombreuses entourant le cœcum intestinal; organe copulateur protractile.

» Chaque œuf est entouré d'une enveloppe cornée chitineuse résistante.

» *Temnocephala Madagascariensis* A. Vays. — Temnocephala possédant douze digitations fusiformes et assez courtes, garnissant les bords du prolongement céphalique.

» Coloration ?

» Longueur environ 6^{mm} sur près de 3^{mm} de largeur et 1^{mm} d'épaisseur.

» Œufs ovoïdes allongés, avec enveloppe cornée chitineuse d'une teinte ombrée foncée; ces œufs, disposés sur le corps de l'écrevisse, isolément ou en groupes de deux à dix, sont, chacun, retenus par un fort mais court pédoncule.

» Habitat : l'île de Madagascar; vit en parasite sur le corps de l'*Astacoides madagascariensis*.

» Ces Trématodes ayant séjourné *plusieurs mois* dans l'alcool, nous ne pouvons rien dire sur leur véritable coloration. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Vers de terre et tuberculose.* Note de MM. **Lortet** et **Despeignes**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une de nos précédentes Communications, nous avons démontré que les vers de terre peuvent conserver, pendant plusieurs mois, dans différentes régions de leur organisme, les bacilles de la tuberculose, et ramener ainsi à la surface du sol les microbes infiltrés dans leurs tissus.

» Il était intéressant de rechercher si ces mêmes lombrics peuvent, dans des circonstances analogues, rapporter par l'intermédiaire de leurs matières fécales, des bactéries tuberculeuses ayant encore conservé leurs propriétés virulentes.

» Ces expériences présentaient certaines difficultés à surmonter, à cause de la présence de bacilles septiques nombreux et très actifs qui se trouvent dans la terre des jardins où habitent surtout les lombrics. Les cobayes mis alors en expérience périssent tous très rapidement de septicémie gangreneuse, avant tout développement possible d'un processus tuberculeux. Il était donc indispensable de trouver un procédé qui pût mettre les animaux inoculés à l'abri de cette redoutable affection.

» Nos recherches nous ont démontré que la terre de bruyère siliceuse, servant aux jardiniers, et ne renfermant que des substances organiques d'origine végétale, ne contiennent qu'un petit nombre de bacilles septiques. Les vases à fleurs, très profonds, qui ont servi à nos expériences, ont donc été remplis d'une terre de bruyère finement tamisée. La matière tuberculeuse a été enfouie profondément au fond des vases, dont la partie inférieure reposait dans des assiettes pleines d'eau. A la surface de cette terre de bruyère, on a étendu une couche de 1^{cm} ou 2^{cm} d'un sable siliceux blanc, très pur, provenant des dépôts du Rhône. Les vases étaient fermés avec des feuilles de papier.

» Dans l'espace de quelques jours, les vers sont venus déposer leurs excréments sur la couche sableuse, où il a été possible de les cueillir en évitant toute contamination étrangère. Ce sont ces matières excrémentitielles qui, inoculées à des cobayes, ont donné naissance à de magnifiques tuberculoses généralisées.

» Aujourd'hui, on est en droit d'affirmer que les lombrics peuvent ramener à la surface du sol, avec les produits de leur digestion, des bactéries tuberculeuses, ayant conservé intactes toutes leurs propriétés virulentes.

Les choses se passent donc d'une façon identique à celles qui ont été mises en lumière, à propos de la bactérie charbonneuse, par les expériences de M. Pasteur. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Maladie de Californie, maladie de la Vigne causée par le* Plasmodiophora californica. Note de MM. **P. Viala** et **C. Sauvageau**, présentée par M. Duchartre.

« Les effets de la *Maladie de Californie* sur la Vigne ont une gravité comparable à ceux du Phylloxera, mais heureusement son invasion est actuellement limitée au sud de la Californie. Elle a été constatée d'abord à Anaheim en 1882 et en 1884. L'un de nous, après l'avoir étudiée dans le comté de Los Angeles, avait insisté, en 1887, sur son importance (*Une mission viticole en Amérique*, p. 292), et un arrêté ministériel a pris, en 1892, des mesures prohibitives énergiques pour éviter que le vignoble français ne soit envahi, par suite de l'importation de boutures de Vignes de Californie en France (¹).

» La maladie de Californie se développe dans les vignobles âgés aussi bien que dans les jeunes plantations, dans toutes les natures de sol et dans toutes les situations. Les premières taches dans un vignoble forment généralement des bandes longitudinales de souches mortes ou mourantes autour desquelles la maladie s'étend rapidement. Les indices du mal se manifestent dès le premier printemps : les jeunes rameaux des souches malades partent avec beaucoup de retard et poussent mal; ils sont plus ramifiés qu'à l'état normal, courts, à nœuds rapprochés, et ils présentent des caractères extérieurs d'altération comparables à ceux des feuilles. A l'automne, les sarments desséchés, parfois partiellement aoûtés, ont des zones brunes et noirâtres dans le bois; la tige est zonée de brun et de noir comme les rameaux. Les sarments, pris comme boutures sur des souches

(¹) Les pertes de récolte ont été d'un tiers en 1886 et des deux tiers en 1887, sous l'effet de la Maladie de Californie. Depuis lors, la maladie s'est étendue dans les vignobles des comtés de Los Angeles, de San Diego et de San Bernardino; mais, tout en conservant une nocuité très grande, elle a été moins désastreuse qu'en 1886 et 1887. Elle ne cause pas seulement la perte des récoltes, mais elle entraîne la mort directe et rapide des vignobles. Des exploitations entières, certaines de 10^{ha} et 50^{ha}, ont été détruites dans l'espace de deux années; quelques parcelles ont été foudroyées pendant le printemps de 1887.

attaquées, transmettent la maladie aux ceps qui en proviennent. Les radicelles des pieds atteints sont peu nombreuses; l'écorce noirâtre des racines se sépare facilement; le bois est spongieux, noir et juteux.

» Sur les feuilles, il se produit d'abord une coloration du parenchyme par plaques irrégulières disposées entre les nervures et sur le pourtour du limbe; elles sont jaunâtres et se décolorent de plus en plus. Elles deviennent définitivement rouges ou rouge brun, parfois d'un rouge noirâtre, d'où le nom de *Black Measles* (rougeole noire) donné par quelques viticulteurs californiens à cet état de la maladie. Ces taches sont entourées de zones plus claires et se rejoignent parfois en formant des bandes longitudinales qui occupent presque tout le parenchyme. Les nervures non altérées sont toujours entourées d'une bordure verte. Les feuilles sont définitivement bariolées, et elles sèchent. Elles tombent souvent pendant le printemps ou au commencement de l'été; les nouvelles feuilles qui poussent alors sur de nouveaux rameaux secondaires sont altérées à leur tour.

» Malgré les nombreuses recherches faites en Californie, sans discontinuité, depuis 1884, sous les auspices du Département de l'Agriculture de Washington, la cause de la Maladie de Californie est encore absolument inconnue. L'étude récente que nous avons faite de la *Brunissure* de la Vigne (*Comptes rendus* du 27 juin 1892) nous a conduits à déterminer cette cause: la Maladie de Californie, comme la Brunissure, est due à un Champignon myxomycète que nous avons rapporté au genre *Plasmodiophora*. Nous avons été contraints de limiter notre étude à quelques feuilles sèches, cueillies en 1887; par mesure de précaution, et pour éviter l'importation de la maladie en France, ces feuilles, après avoir été séchées, avaient été soumises sur place à l'action des vapeurs confinées du sulfure de carbone.

» Les coupes dans le limbe des feuilles attaquées montrent que les cellules du parenchyme en palissade et du parenchyme lacuneux sont envahies par le parasite, comme dans le cas du *Pl. Vitis*.

» On le retrouve avec les différents aspects que nous avons signalés dans notre précédente Note.

» Toutefois, son envahissement dans une même tache est moins général que dans le cas du *Pl. Vitis;* sur une même section, en effet, pratiquée dans des parties attaquées en apparence uniformément, des solutions de continuité, formées par des cellules saines, gorgées d'amidon, sont souvent aussi larges que les parties malades. Presque toujours aussi, nous avons trouvé le plasmode du parasite moins abondamment développé à l'intérieur des cellules que dans le cas de la Brunissure.

» La Maladie de Californie, étudiée uniquement sur des sections de feuilles, et comparativement à la Brunissure, semblerait donc moins importante que celle-ci. Mais, la première étant beaucoup plus meurtrière que la seconde, c'est donc que ses effets sur les racines et sur les tiges doivent causer de graves dommages aux individus attaqués. Nous n'avons pas eu de matériaux nous permettant de les apprécier. Nous n'avons pas observé non plus la formation de spores. Cependant, le parasite de la Maladie de Californie différant de celui de la Brunissure par son mode d'envahissement des feuilles et par ses effets autrement graves sur les plantes attaquées, nous l'en séparons sous le nom de *Pl. californica*.

» Les conditions dans lesquelles nous étions placés sont trop limitées pour arriver à connaître le développement complet du parasite; des études sur le vivant seraient nécessaires pour déterminer les moyens d'enrayer sa marche ou les traitements préventifs à employer contre lui.

» Les deux maladies de la Vigne que nous venons d'étudier ne semblent pas être les seules affections dues à un Myxomycète ne déformant pas la plante hospitalière; on trouve des effets semblables, mais plus ou moins étendus, sur d'autres plantes; nous nous proposons de continuer les recherches que nous avons déjà commencées pour en déterminer la vraie nature. »

BOTANIQUE. — *Essai de statique végétale*. Note de M. **Augustin Letellier**, présentée par M. Duchartre.

« Les physiologistes sont d'accord pour attribuer la direction verticale que prennent les plantes à l'action de la pesanteur; mais aucun d'eux n'a cherché quelles sont les conséquences de cette action sur le groupement moléculaire, et par suite sur la densité aux divers points des parties jeunes des végétaux. Or l'expérience montre que les segments de la racine et de la tige, encore à l'état de méristème, flottent, dans un liquide de densité convenable, suivant une direction qui est *la même que pendant la vie*. D'où cette conclusion, que l'orientation des parties jeunes de la plante est celle qui correspond à leur *position d'équilibre stable*.

» Les extrémités des racines primaires de la Fève, du Haricot, du *Fulchironia senegalensis,* normalement descendantes, restent en suspension hydrostatique, la coiffe en bas; les jeunes bourgeons, les racines ascendantes du *Fulchironia senegalensis* flottent la pointe en haut; les rhizomes

de la Pomme de terre, les racines secondaires horizontales de la Fève, restent horizontales, les premières avec tendance à un relèvement, les secondes avec tendance à un abaissement de leur extrémité; enfin les parties jeunes des racines coralloïdes des Cycas (*C. revoluta*), les racines suçoirs du Gui, flottent dans la direction qu'elles avaient dans l'air. Il en faut conclure que :

» 1° Les racines *descendantes* ont le centre de gravité *au-dessous* du centre de figure;

» 2° Les tiges et les racines *ascendantes* ont une position relative *inverse* pour leurs centres de gravité et de figure;

» 3° Les rhizomes et les racines secondaires ont les centres de gravité et de figure si *voisins l'un de l'autre*, que leur équilibre est presque indifférent.

» L'expérience montre que la direction verticale, la coiffe en bas, est indépendante de la longueur du segment de racine. Elle montre encore que la densité moyenne augmente à mesure qu'on raccourcit le segment, tout en lui conservant sa coiffe. Or, cette dernière observation permet de déterminer par le calcul la densité vraie d_x des tranches infiniment minces Δ_x situées à la distance x de l'extrémité.

» On a en effet

$$\delta_x = \frac{\int_0^x \Delta x \, \delta x}{x},$$

en appelant δ_x la densité moyenne. Si l'on pose

$$d_x = d_0 + ax + bx^2,$$

il vient

$$\delta_x = d_0 + \frac{a}{2}x + \frac{b}{3}x^2,$$

formule dans laquelle d_0, a et b sont trois constantes, que trois mesures directes de δ_x permettent de déterminer. Remplaçant d_0, a et b par leurs valeurs dans la formule, on vérifie facilement qu'elle représente bien la loi du phénomène. Mais, puisqu'il en est ainsi, la formule montre qu'il y a, dans la partie non différenciée de la racine, une tranche qui présente un minimum de densité : cette tranche est à

» $10^{mm},98$ dans la racine primaire de la Fève;

» 12^{mm} dans la racine primaire du Haricot;

» $9^{mm},8$ dans la racine secondaire de la Fève;

» 10^{mm},8 dans la racine descendante du *Fulchironia;*
» 2^{mm},7 dans la racine ascendante de ce même *Fulchironia senegalensis.*

» L'expérience vérifie l'exactitude de ces prévisions du calcul, car un segment de racine non terminé par la coiffe flotte : *a*, dans la direction habituelle, s'il est pris en dessous du minimum; *b*, dans une direction inverse, s'il est pris en dessus.

» Il convient de remarquer que cette distribution de la densité dans les couches successives des extrémités très jeunes des tiges et des racines ne peut résulter que d'une longue adaptation de l'être au milieu qu'il habite. La plantule se forme souvent dans une position inverse de celle qu'aura la plante et qu'elle a elle-même en suspension hydrostatique. Les bourgeons des arbres pleureurs n'en flottent pas moins la pointe en haut, et c'est en vain qu'on force, sur une roue de Knigt faisant plus de 300 tours à la minute, un jeune plan de Haricots à pousser la tige dirigée suivant le prolongement du rayon et la racine en sens inverse : tige et racine ont conservé la position relative habituelle de leurs centres de gravité et de figure, et flottent comme si la plante avait poussé dans un jardin.

» Si toutes les racines étaient, comme celles de l'*Hydrocharis*, en suspension dans l'eau, il n'y aurait aucun besoin de faire intervenir des causes autres que la pesanteur, pour expliquer la direction verticale descendante des racines. On sait qu'il n'en est pas ainsi et que, pour s'enfoncer dans la terre, les racines ont souvent besoin de se courber, afin de revenir plus tard à la verticale. L'observation a même montré que la racine primaire de la Fève s'infléchit entre le neuvième et le dixième millimètre. Pourquoi?

» Si l'on détermine avec soin les valeurs des coefficients de flexion aux divers points de la racine primaire de la Fève, on observe qu'elles présentent un minimum pour une tranche située à 9^{mm},72 de l'extrémité de la coiffe. C'est donc fatalement en ce point que la racine se courbera quand, après l'avoir laissée croître de haut en bas, on la placera horizontalement.

» Chez les racines secondaires de la Fève, les valeurs des coefficients de flexion vont en croissant à partir de l'extrémité. Aussi une racine secondaire, dérangée de sa direction habituelle et soumise uniquement à l'action de la pesanteur, se termine par une courbe régulière : une racine primaire, par deux portions rectilignes réunies par une courbe.

» Dans le Mémoire où j'ai consigné les résultats de mes expériences, j'indique dans quelles limites il est possible, tout en tenant un compte nécessaire des autres causes qui assurent l'orientation des végétaux, d'ex-

pliquer la direction descendante ou presque horizontale des racines primaires et secondaires, au moyen des deux lois suivantes :

» I. *La plante pousse dans la direction qui convient à sa position d'équilibre stable.*

» II. *Quand on l'ecarte de sa position d'équilibre, elle y revient en se courbant au point où il est le plus facile de la fléchir.*

» Mais ces lois sont insuffisantes quand on veut expliquer comment une tige ou une racine normalement ascendante revient à la verticale si elle en a été écartée. Il faut, pour avoir une explication satisfaisante du phénomène, recourir aux propriétés connues des gouttes liquides à grande tension superficielle. On sait que ces gouttes présentent toujours, quelle que soit l'inclinaison de leur support en dessus d'un plan équatorial horizontal, une partie qui est en tous ses points symétrique par rapport à la verticale passant par l'ombilic. Or l'extrémité non différenciée et toujours très courte d'une racine ascendante ou d'un bourgeon est en l'état d'une sorte de gelée, et par conséquent assimilable à une goutte semi-fluide. La partie qui est en dessous du plan équatorial se fixe rapidement par différenciation ; celle qui est en dessus ne tarde donc pas à reposer sur un support horizontal, et par suite à croître de nouveau de bas en haut, et suivant la verticale à laquelle elle est ramenée par une loi physique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le gouffre du Creux de Souci (Puy-de-Dôme).* Note de MM. **E.-A. Martel, A. Delebecque** et **G. Gaupillat**, présentée par M. Daubrée.

« A 1200^m au sud du lac Pavin, dans le Puy-de-Dôme, s'ouvre, dans la coulée de basalte moderne issue de la base méridionale du puy de Montchal (1411^m), un puits naturel, connu sous le nom de *Creux de Souci*.

» Les chiffres donnés par divers auteurs, pour la profondeur de ce puits, étaient tout à fait discordants. Ils variaient de neuf toises ($17^m,54$) (¹) à 50^m (²). Quelques tentatives de descente avaient été entravées par le manque d'air respirable. La légende racontait que, au fond de ce puits, un ruisseau coulait vers le nord-est, pour se jeter ensuite dans le lac Pavin

(¹) Chevalier, inspecteur des ponts et chaussées à Clermont; 1770.

(²) A. Berthoule, *Les lacs d'Auvergne;* 1890.

» Les 18 et 19 juin 1892, accompagnés de M. Étienne Ritter, étudiant à l'Université de Genève, et avec l'assistance de Louis Armand (de Peyreleau) et de Nougin père (de Besse), nous avons fait une reconnaissance méthodique du Creux de Souci.

» Son altitude est d'environ 1275^m (soit 75^m à 80^m au-dessus du lac Pavin; quatre séries d'observations au baromètre holostérique compensé) [1]. A ce niveau se creuse, à ciel ouvert, dans la coulée basaltique, un entonnoir cratériforme de 25^m de diamètre et de 11^m,50 de profondeur; au bas de l'entonnoir, un trou béant de 3^m à 4^m de diamètre est la véritable bouche de l'abîme proprement dit, qui mesure *exactement* 21^m,50 de profondeur, depuis l'orifice jusqu'à la nappe d'eau qui occupe le fond du trou.

» Cette nappe d'eau est donc située à 45^m environ au-dessus du lac Pavin, soit à peu près au niveau des sources qui sortent du flanc nord du puy de Montchal et alimentent ce lac.

» Notre bateau seul a pu y flotter; car l'acide carbonique, parfaitement révélé par l'extinction de nos bougies, la suffocation et la céphalalgie, nous a, malgré plusieurs tentatives réitérées par chacun de nous, absolument empêchés de descendre à plus de 4^m au-dessus de l'eau.

» Mais, assis sur l'échelle de cordes à une profondeur de 17^m,50 sous l'orifice, nous avons pu faire les constatations suivantes : l'intérieur du Creux de Souci est une vaste caverne circulaire en forme de coupole et d'environ 50^m de diamètre; le centre est occupé par un lac stagnant et rond, de 25^m à 30^m de diamètre et de 3^m de profondeur; aucune galerie n'est visible au pourtour de la caverne; la cavité a été produite tout entière dans le basalte, peut-être par l'explosion de quelque bulle de gaz volcanique. L'acide carbonique indique que le Creux de Souci est le siège d'une mofette, comme les *Grottes du Chien*, si connues en Auvergne et en Italie. Point de stalactites à la voûte, qui est aussi inégale et accidentée que la surface d'une coulée. Aucun ruisseau ni courant ne traverse le lac, qui paraît s'alimenter exclusivement par le suintement des voûtes. Cette absence de courant démontre que le réservoir intérieur du Creux de Souci ne peut pas contribuer, d'une façon sensible, à l'alimentation du lac Pavin.

» La température est tout à fait anormale. Voici les chiffres que nous avons trouvés [1] le 19 juin 1892 :

Eau du lac	+1°,2
A 1^m,50 au-dessus de l'eau (20^m de profondeur)	+1
De 7^m,50 à 17^m,50 au-dessus de l'eau (14^m à 4^m de profondeur)	+2,25
A 19^m au-dessus de l'eau (2^m,50 de profondeur)	+6
Air extérieur	+10,5

» La température moyenne de Besse, la ville voisine (1030^m), paraît

(1) Cette altitude concorde bien avec les courbes de niveau des minutes au $\frac{1}{40000}$ de l'État-Major.

(1) Avec un thermomètre à mercure de Secretan et un thermomètre à renversement de Negretti et Zambra.

être de $+5^{o}$ à $+6^{o}$; celle du puy de Dôme (1467^{m}) est de $+3^{o},53$. Le Creux de Souci est donc une caverne avec une température exceptionnellement basse qui peut s'expliquer ainsi : pendant plusieurs mois de l'année, la neige couvre la région ; par la fusion, elle s'infiltre dans le Creux où elle refroidit l'air qui ne se renouvelle et ne se réchauffe pas, à cause de la forme de la cavité. C'est une raison de plus pour croire que le Creux de Souci est clos de toutes parts à l'intérieur.

» Il serait intéressant d'y effectuer, en diverses saisons, des observations répétées, et il faut souhaiter que la commune de Besse fasse simplement clore avec un grillage et non pas boucher complètement l'orifice du Creux de Souci. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les lacs du plateau central de la France.* Note de MM. **A. Delebecque** et **E. Ritter**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant le mois de juin dernier, nous avons exploré, avec le concours de M. J. Magnin, les principaux lacs du plateau central de la France [1].

» Nos sondages ont été faits au moyen de l'appareil Belloc. Voici les profondeurs les plus grandes que nous avons trouvées :

	Profondeur.	Surface.
	m	ha
Lac d'Issarlès (Ardèche)	108,50	91,9
Lac Pavin (Puy-de-Dôme)	92,00	44,1
Lac de Tazanat (Puy-de-Dôme)	66,50	34,3
Lac Chauvet (Puy-de-Dôme)	63,00	53,0
Lac supérieur de la Godivelle (Puy-de-Dôme)	44,00	14,7
Lac du Bouchet (Puy-de-Dôme)	27,50	43,2
Lac de la Crégut (Cantal)	26,50	
Lac de Servière (Puy-de-Dôme)	26,50	
Lac de Montcyneire (Puy-de-Dôme)	18,00	
Lac de la Landie (Puy-de-Dôme)	17,00	
Lac d'Aydat (Puy-de-Dôme)	14,50	

» Tous ces lacs se trouvent représentés sur les feuilles de l'État-Major,

(1) Les noms de ces lacs sont tous bien connus, grâce aux descriptions qu'en ont faites, d'une part Lecoq, dans son Ouvrage intitulé : *L'eau sur le plateau central de la France;* d'autre part, M. A. Berthoule, dans son Livre sur *Les lacs d'Auvergne;* mais leurs profondeurs n'avaient jamais été sérieusement mesurées.

le Puy, Brioude, Clermont, Gannat et Mauriac. Nous avons dressé les cartes hydrographiques des six premiers. Aucun des autres lacs représentés sur les feuilles en question ne paraît avoir 10^m de profondeur (lacs Chambon, Guéry, Bourdouze, des Esclauzes, etc.).

» Le lac d'Issarlès est probablement, après le Léman et le lac du Bourget, le lac le plus profond de France. Sa cuvette est très régulière. Il paraît avoir été produit par un effondrement dans le granit. Il n'a pas d'émissaire et s'infiltre, en donnant naissance à un grand nombre de sources, à travers une couche de terrain remanié, composé de cailloux granitiques et basaltiques, qui forme le bord occidental du lac et qui descend jusqu'à 60^m environ en contre-bas du niveau de l'eau.

» Les lacs Pavin, Chauvet, de la Godivelle, du Bouchet et de Servière sont, comme chacun sait, des lacs de cratère (voir les feuilles géologiques Brioude et Clermont, de MM. Fouqué et Michel-Lévy). Le lac de Tazanat, creusé tout entier dans le granit et sur les bords duquel on ne trouve que de rares projections basaltiques, a une origine plus difficile à expliquer. Les cuvettes de ces lacs sont également très régulières, comme c'est le cas général pour les lacs de cratère et d'effondrement.

» Les eaux et les vases de ces lacs feront l'objet d'une étude spéciale. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 juillet 1892.

La Truffe. — Botanique de la Truffe et des plantes truffières. Sol, climat, pays producteurs, composition chimique, culture, récolte, commerce, fraudes, qualités alimentaires, conserves, préparations culinaires, par Ad. Chatin. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1892; 1 vol. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. 6e série, juillet 1892, t. XXVI. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie, sous la direction de MM. Cartailhac, Hamy, Topinard, 1892, t. III, n° 3, mai-juin. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Les maladies des yeux dans leurs rapports avec la Pathologie générale, par le Dr Émile Berger. Leçons recueillies par le Dr R. de Saint-Cyr de Montlaur, revues par le Professeur. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Larrey.)

Dissertation sur les systèmes des poids et mesures et de numération, suivie d'un appendice, par H. Maillot. Châteauroux, 1892; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Exposition universelle de 1889 *à Paris. — Rapport général par M.* Alfred Picard. Tome VI : *Les industries extractives, les produits bruts et ouvrés; l'outillage et les procédés des industries mécaniques* (Groupes V et VI de l'Exposition universelle de 1889). Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 20 juin 1892.)

Note de MM. *Chr. Bohr* et *V. Henriquez*, Sur l'échange respiratoire :

Page 1497, dernière ligne, *au lieu de* 38cc,73, *lisez* 3873cc.

(Séance du 27 juin 1892.)

Note de M. *Ed. Branly*, Sur la conductibilité d'un gaz, etc. :

Tome CXIV, page 1532, ligne 20, *au lieu de* A est chargé, *il faut lire* A est chargé négativement.